

DESARROLLO DE PROCESOS ARGUMENTATIVOS Y SU RELACIÓN CON LOS
MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DE PRESIÓN EN ESTUDIANTES DE
GRADO DÉCIMO

Juan Pablo Quintero Cajiao

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad Ciencias de la Educación

Maestría en Educación

Pereira 2018

DESARROLLO DE PROCESOS ARGUMENTATIVOS Y SU RELACIÓN CON LOS
MODELOS EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DE PRESIÓN EN ESTUDIANTES DE
GRADO DÉCIMO

Juan Pablo Quintero Cajiao

Trabajo para optar al título de Magister en Educación

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad Ciencias de la Educación

Maestría en Educación

Pereira 2018

Al gran espíritu que guía mi camino todos los días a través de la naturaleza y los seres vivos

A mis hijos, son la razón de mi vida y la fuerza que me impulsa para realizar todo

A mis padres por ser mi guía y apoyo en todo momento, nunca dejaré de agradecerles

A Maya un angelito que me acompañó en esta ardua labor y siempre estará viva dentro de mí

.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar el reconocimiento y la gratitud a las personas e instituciones que han hecho posible la realización de este trabajo:

Al Ministerio de Educación Nacional por permitirme hacer parte del programa “Becas para la Excelencia docente” y desde allí brindarme la oportunidad de realizar esta maestría y ayudarme a enriquecer mis conocimientos en el área de la educación.

A los docentes de la Maestría en Educación por las orientaciones durante los dos años de formación y a la Universidad Tecnológica de Pereira

Al docente José Mauricio Rodas Rodríguez, asesor de éste proyecto, por su dedicación y orientación constante, por el acompañamiento en la construcción y desarrollo de éste proyecto, por su apoyo incondicional en el logro de cada meta.

Al docente Francisco Ruiz coordinador de la línea de investigación en ciencias exactas y naturales por sus enseñanzas en tantos aspectos de mi formación profesional.

A los compañeros de la línea de investigación en ciencias exactas y naturales, con quienes a través de cada reunión de la línea, aprendí y logré culminar con éxito los propósitos planteados.

A los estudiantes, de la institución Educativa Fabio Vásquez Botero del municipio de Dosquebradas, por su disposición e interés para la ejecución de la unidad didáctica

Tabla de Contenido

Introducción.....	11
1. Formulación y Justificación del Problema.....	13
2. Objetivos.....	19
2.1 Objetivo General.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3. Referente Teórico.....	20
3.1 La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en secundaria.....	20
3.2 La argumentación en ciencias naturales.....	23
3.3 Enfoques relacionados con la argumentación.....	28
3.4 La propuesta Toulminiana y la educación en ciencias.....	32
3.5 El modelo explicativo en ciencias naturales.....	36
3.5.1 Modelos explicativos del concepto de Presión.....	38
3.6 Concepto de Presión en educación secundaria.....	40
4. Metodología.....	45
4.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	47
4.2 Procedimiento de recolección de información.....	48
4.3 Procedimiento de análisis de datos.....	50
5. Análisis e Interpretación de la información.....	52
5.1 Análisis Descriptivo.....	52
5.1.1 Niveles Argumentativos: Cuestionario Inicial.....	50
5.1.2 Modelos Explicativos: Cuestionario Inicial.....	54

5.1.3	Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos:	
	Cuestionario	
	Inicial.....	51
5.1.4	Niveles Argumentativos : Cuestionario Final.....	58
5.1.5	Modelos Explicativos: Cuestionario Final.....	62
5.1.6	Relación entre los Niveles Argumentativos y los Modelos Explicativos:	
	Cuestionario Final.....	65
5.2	Análisis Comprensivo.....	67
	Conclusiones.....	84
	Recomendaciones.....	87
	Referencias Bibliográficas.....	89
	Anexos.....	96
	Anexo 1. Rejilla de Argumentación.....	96
	Anexo 2. Criterios y modelos explicativos del concepto de Presión.....	98
	Anexo 3: Cuestionario Concepto de Presión.....	100
	Anexo 4: Unidad didáctica para el desarrollo de procesos argumentativos y modelos explicativos del concepto.....	146

Lista de Tablas

Tabla 1. Porcentajes Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Inicial.....	53
Tabla 2. Porcentajes Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Inicial.....	55
Tabla 3. Resumen Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Final.....	59
Tabla 4. Porcentajes Niveles de Argumentación de los Estudiantes – Cuestionario Final.....	61
Tabla 5. Criterios y Predominancia Modelos Explicativos – Cuestionario final.....	62
Tabla 6. Porcentajes Modelos Explicativos de los Estudiantes – Cuestionario Final.....	64
Tabla 7. Niveles argumentativos actividad 1.....	74
Tabla 8. Modelos explicativos actividad 1.....	75
Tabla 9. Niveles argumentativos actividad 3.....	79
Tabla 10. Modelos explicativos actividad 3.....	80
Tabla 11. Niveles argumentativos actividad 4.....	82
Tabla 12. Modelos explicativos actividad 4.....	83

Lista de gráficas

Gráfica 1. Diseño de Investigación.....	46
Gráfica 2. Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Inicial.....	54
Gráfica 3. Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Inicial.....	55
Gráfica 4. Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos – Cuestionario Inicial.....	57
Gráfica 5. Relación entre Modelos explicativos y Niveles argumentativos – Cuestionario Inicial.....	58
Gráfica 6. Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Final.....	61
Gráfica 7. Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Final.....	64
Gráfica 8. Relación entre Modelos explicativos y Niveles argumentativos – Cuestionario Final.....	66
Gráfica 9. Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos – Cuestionario Final.....	66

Lista de Figuras

Figura 1. La argumentación como competencia básica en la construcción de conocimientos.....	25
Figura 2. Modelo Argumentativo de Stephen Toulmin.....	32
Figura 3. La argumentación como articulación de procesos sociológicos con los epistémicos del ámbito individual.....	34
Figura 4. Modelos Explicativos Concepto de Presión.....	39
Figura 5. Variables que afectan la presión, planteadas por estudiantes 7 y 25.....	77

Resumen

Este trabajo está dirigido a identificar las relaciones que se dan entre los procesos argumentativos que desarrollan los estudiantes en el transcurso de la unidad didáctica y los modelos explicativos que ellos construyen frente al concepto de presión en química. Este trabajo se desarrolla con estudiantes de grado de décimo de educación media en el colegio Fabio Vásquez Botero de Dosquebradas y consta de tres referentes fundamentales, el primero es un breve acercamiento conceptual a los procesos argumentativos y los modelos explicativos en ciencias, luego se presenta una propuesta didáctica que es implementada y que busca en los estudiantes incrementar los niveles de argumentación y cambiar las concepciones o modelos explicativos que tienen hacia el mismo concepto, y finalmente se detalla un análisis cualitativo descriptivo y comprensivo de los resultados obtenidos después de implementar la unidad didáctica.

El desarrollo de la unidad didáctica propuesta mostró cambios en la actitud de los estudiantes y en la estructuración científica del concepto de presión, comparado con el ejercicio de clases regulares y frente a la construcción colectiva del aprendizaje desde las ideas previas de ellos mismos a través del mecanismo de la argumentación, dado como elemento pedagógico por parte de los docentes del programa de maestría en educación del área de ciencias naturales.

Palabras Clave: Presión, argumentación, modelos explicativos

Abstract

This work is aimed at identifying the relationships that occur between the argumentative processes that students develop in the course of the didactic unit and the explanatory models that they construct in front of the concept of pressure in chemistry. This work is developed with tenth grade students of secondary education in Fabio Vásquez Botero School of Dosquebradas and consists of three fundamental referents, the first is a brief conceptual approach to the argumentative processes and the explanatory models in sciences, then a didactic proposal that is implemented and that seeks in the students to increase the levels of argumentation and change the explanatory conceptions or models that have towards the same concept, and finally a descriptive and comprehensive qualitative analysis of the results obtained after implementing the didactic unit is detailed .

The development of the proposed didactic unit showed changes in the attitude of the students and in the scientific structuring of the concept of pressure, compared with the exercise of regular classes and in front of the collective construction of learning from the previous ideas of themselves through the argumentation mechanism, given as a pedagogical element by teachers of the master's program in education in the area of natural sciences.

Key Words: Pressure, argumentation, explanatory models

INTRODUCCIÓN

Esta investigación está orientada desde una perspectiva socio-constructivista, en la cual los aspectos implicados en el aprendizaje escolar deben dirigirse hacia “la comunicación, la atención, la motivación, las habilidades intelectuales, las estrategias de aprendizaje, la memoria, las expectativas, el auto-concepto y las relaciones interpersonales” Coll (1997) En este caso se dirige esta práctica al desarrollo de los procesos argumentativos en los estudiantes.

El propósito es identificar las relaciones que se establecen entre el desarrollo de los procesos argumentativos y los modelos explicativos sobre el concepto de presión en el área de química, en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Fabio Vásquez Botero del municipio de Dosquebradas.

Para ello se llevó a cabo la elaboración e implementación de una unidad didáctica basada en el concepto de presión, con la cual se pretendía intervenir a los estudiantes del grado décimo, en el desarrollo de sus procesos argumentativos en el área de química, por medio de actividades cooperativas y de trabajo grupal para la construcción de diversas tareas, donde a través de discusiones y debates tanto orales como escritos, los estudiantes tenían la posibilidad de argumentar sus ideas frente a los fenómenos científicos, evidenciándose la transformación de los procesos argumentativos y los modelos explicativos en cada una de las sesiones pedagógicas.

Inicialmente se plantea el problema de investigación donde se presentan algunos antecedentes investigativos tanto internacionales como nacionales relacionados con el objeto de estudio, al igual que los soportes de tipo normativo que apuntan a aspectos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje de la argumentación para justificar la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué relaciones se pueden identificar entre el desarrollo de los procesos argumentativos y los modelos explicativos del concepto de presión, en los estudiantes de grado

10 de la institución Educativa Fabio Vázquez Botero del municipio de Dosquebradas?

Posteriormente, se encuentra el objetivo general y los objetivos específicos que orientan la investigación y seguidamente, se presenta el referente teórico conceptual que sustenta el estudio, teniendo en cuenta aspectos como la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en secundaria, la argumentación en esta área, los enfoques relacionados con la argumentación, y los modelos explicativos en ciencias naturales.

En el apartado cuatro se explica la metodología, la cual se ubica en el paradigma cualitativo con un enfoque descriptivo comprensivo, ya que el fenómeno es evaluado dentro de su desarrollo natural y la información recogida se limita a las categorías de estudio sin definir o tener en cuenta otros elementos o fenómenos que se puedan desarrollar en el transcurso del estudio. Hernández, Fernández, y Baptista, (2010).

De igual manera, este apartado contiene la unidad de análisis, la unidad de trabajo, las diferentes técnicas e instrumentos de recolección de información con su correspondiente procedimiento, tanto de recolección como de análisis de datos, donde la unidad básica de análisis e interpretación es la unidad didáctica basada en el concepto de presión.

Posteriormente, se presentan de manera descriptiva los resultados obtenidos en la prueba inicial y final, teniendo en cuenta la evolución de las dos categorías en los estudiantes, para posteriormente establecer la relación entre los procesos argumentativos y los modelos explicativos del concepto de presión.

Por último, se realiza una discusión e interpretación de los resultados donde se confronta lo planeado en la unidad didáctica, lo ejecutado y el referente teórico que orienta el estudio, para llegar a los hallazgos y luego, se plantean las conclusiones y recomendaciones.

1. Formulación y justificación del problema

El desarrollo de los procesos argumentativos en los estudiantes de Secundaria ha sido motivo de estudio por investigadores, retomándola como una habilidad que pertenece al pensamiento crítico, la cual es de gran importancia en la educación actual tanto a nivel internacional, como a nivel nacional y regional, así lo señala Tamayo (2011) cuando afirma que “el objeto de estudio central y específico de la didáctica de las ciencias es la formación del pensamiento crítico en los estudiantes”. Hoy el propósito central de las didácticas “es aportar a la formación de ciudadanos comprometidos tanto con el desarrollo individual como social” (p. 213) Desde esta perspectiva, el desarrollo de este tipo de procesos tanto desde la educación primaria como la educación secundaria es fundamental, para contribuir a la formación de ciudadanos competentes y por ende para elevar la calidad educativa en nuestro país.

Desde esta perspectiva, se han desarrollado diversos trabajos investigativos a nivel nacional como lo es el trabajo realizado por García (2016) titulado “Aprendizaje basado en problemas y argumentación, herramientas para promover cambios en los modelos explicativos sobre el infarto agudo del miocardio” donde en una de sus conclusiones manifiesta que este tipo de trabajos ayudan a que “los estudiantes adopten una actitud que propicia el trabajo conjunto, en el cual por medio de la exposición de sus modelos explicativos, logran mayor comprensión de los conceptos abordados” (p.160). Investigación que permite evidenciar la necesidad de este tipo de procesos en los estudiantes para lograr un aprendizaje significativo en ellos.

En esta misma línea de investigación se desarrolló el trabajo titulado “Desarrollo de la competencia argumentativa y su relación con los modelos explicativos del concepto de tejido muscular en el aula de séptimo grado” elaborado por Pájaro & Trejos (2017) donde en una de sus conclusiones afirman que la intervención “desencadenó un desarrollo de la competencia

argumentativa de los estudiantes, permitiendo que construyeran argumentos más ricos, tanto desde la estructura misma del argumento como desde lo conceptual. Este se evidencia con la aparición, de niveles argumentativos superiores” (p.109) Desde allí se puede identificar la necesidad de desarrollar unidades didáctica en educación secundaria por medio de proyectos de este tipo, que contribuyan al desarrollo de procesos argumentativos en asignaturas pertenecientes a las ciencias naturales como la química, que permitan cuestionar a los estudiantes sobre los procesos científicos y puedan construir argumentos sólidos frente a la ciencia y todo lo que ella encierra, al respecto Tamayo (2011) manifiesta que “No será a partir de las estrategias de enseñanza tradicionales como logremos avanzar en la constitución de pensamiento crítico; es indispensable el uso de principios teóricos y metodológicos coherentes con este propósito” (p.213) por tal motivo, desde la educación se deben construir proyectos desde esta perspectiva, en los cuales se propicien espacios de aprendizaje participativos y activos, donde los estudiantes a partir de la identificación de un problema y con la orientación del maestro en espacios de participación y de reflexión, tengan la oportunidad de conocer, analizar e investigar sobre los procesos científicos y construir sus propios argumentos y explicaciones, donde se evidencie la apropiación de los conocimientos y por ende, un aprendizaje significativo frente a las ciencias, en este caso, frente al concepto de presión en química.

Al respecto Bruner (1987), en su texto La importancia de la educación menciona que “La evidencia que permite asegurar que los estudiantes de ciencias no aprehenden realmente el conocimiento que se les *enseña*, se manifiesta en forma clara en su incapacidad para utilizar los conocimientos en la explicación de fenómenos cotidianos” (Tamayo, 2011. p.213), lo que se evidencia constantemente en la práctica pedagógica que se vive a diario en el aula, por consiguiente se hace necesario el desarrollo de diversas habilidades de pensamiento, entre ellas,

la argumentación en los estudiantes del grado 10 para que logren argumentar y explicar los fenómenos que se generan a su alrededor, apropiándose de los conocimientos que aprenden en la escuela, desde la asignatura de química.

Al respecto:

Campaner y De Longhi (2007), Sardá, Márquez y Sanmartí (2005), destacan el ámbito de la enseñanza de las ciencias como un espacio en el cual se pueden potenciar las competencias argumentativas de los estudiantes, dado que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000) (Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003. p.359).

Tamayo (2011) en una de las conclusiones de su trabajo de investigación manifiesta que “es necesario que tanto profesores como estudiantes comprendan que la argumentación en ciencias es condición *sine qua non* para el logro de comprensiones profundas de lo estudiado y, así mismo, es la actividad central del trabajo científico”. De igual manera, concluye que “cuando un estudiante identifica sus fortalezas y debilidades al participar en espacios argumentativos y, a su vez, tiene la capacidad para monitorear, evaluar y regular sus desempeños, tiene conciencia acerca de sus capacidades o competencias argumentativas. Éste, sin duda, se constituye en uno de los propósitos centrales en la enseñanza” De allí, la pertinencia de desarrollar procesos argumentativos en los estudiantes del Grado Décimo de la Institución Educativa Fabio Vásquez Botero para lograr estos objetivos al participar en espacios argumentativos.

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (2010) plantea unas metas educativas 2021, la meta general quinta es mejorar la calidad de la educación y el currículo escolar, donde la meta específica 10 es “mejorar el nivel de adquisición de las competencias básicas y de los conocimientos fundamentales por parte de los alumnos” y el

indicador planteado para alcanzar dicha meta es “Porcentaje de alumnos con niveles satisfactorios de logro en competencias básicas en las pruebas nacionales e internacionales”.

(p.152). Desde allí, se evidencia un interés internacional por desarrollar las competencias básicas de los estudiantes entre ellas, la argumentación. Por tal motivo, se requieren proyectos de este tipo que apunten al desarrollo de esta meta planteada desde el nivel internacional y que permitan mejorar el desempeño de los estudiantes en las competencias básicas y por ende, su desempeño en las pruebas tanto nacionales como internacionales.

En el ámbito nacional, El ministerio de Educación (MEN) plantea en el Artículo 22 de la ley General de Educación (1994) los Objetivos específicos de la educación básica en el ciclo de secundaria. Uno de ellos es “El avance en el conocimiento científico de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, mediante la comprensión de las leyes, el planteamiento de problemas y la observación experimental” Por consiguiente, desde la química, en la Institución Educativa, se deben crear unidades didácticas que contribuyan al desarrollo de este objetivo en el aula de clase.

De igual manera, en el plan decenal de educación 2016-2026 MEN (2017) punto 20 de los lineamientos estratégicos específicos se plantea que se debe “Integrar en el currículo procesos de aprendizaje de calidad que sean significativos para la vida” (p.45) aspecto que se busca desarrollar con la construcción de este proyecto, ya que lo que se pretende es desarrollar procesos argumentativos desde la química, para que los estudiantes puedan construir argumentos sobre los fenómenos de la vida cotidiana, lo cual es crucial para tener unos aprendizajes de calidad para su uso en la vida diaria.

La institución educativa Fabio Vásquez Botero del municipio de Dosquebradas, donde se desarrolla este proyecto, ha aplicado las pruebas SABER (2016) en los estudiantes de secundaria, donde se pueden evidenciar tanto las fortalezas, como las debilidades en las competencias en la

asignatura de química. Al respecto se encontró que en el aprendizaje “explicar como ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico” la institución educativa obtuvo un 57% de porcentaje promedio de respuestas incorrectas frente a un promedio nacional de 60%. De igual manera, en el aprendizaje “Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural” se obtuvo un porcentaje promedio de respuestas incorrectas de 53, superando el porcentaje nacional que fue de 47, y el porcentaje promedio de la Entidad Territorial que fue de 43% de respuestas incorrectas. Estos dos porcentajes en los aprendizajes relacionados con los procesos químicos permiten evidenciar las falencias de los estudiantes y la necesidad de un proyecto que desarrolle sus competencias argumentativas para mejorar su desempeño en el área de química y por ende su rendimiento en las diferentes pruebas nacionales.

Es por esto, que la propuesta que se plantea, busca incentivar la curiosidad creativa de los estudiantes a partir de experiencias sencillas, pero con un gran valor conceptual. El cambio en el diseño didáctico se centrará en potenciar la argumentación como herramienta que permita interiorizar inicialmente el aprendizaje y posteriormente exteriorizarlo a otros, de manera eficaz en el uso del lenguaje oral y escrito.

Por las razones expuestas anteriormente, se puede considerar que es posible, pertinente y necesario desarrollar los procesos argumentativos en el aula de clase desde la asignatura de Química, relacionándolos con los modelos explicativos del concepto de presión, donde los estudiantes logren aprendizajes significativos. Y Se llega a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué relaciones se pueden identificar entre el desarrollo de los procesos argumentativos y los modelos explicativos del concepto de presión, en los estudiantes del grado 10 de la institución Educativa Fabio Vásquez Botero del municipio de Dosquebradas?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar las relaciones que se establecen entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre el concepto de presión en el área de química, en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Fabio Vásquez Botero del municipio de Dosquebradas.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos iniciales que utilizan los estudiantes cuando discuten sobre el concepto de presión
- Caracterizar los cambios tanto en la estructura de los argumentos de los estudiantes como en los modelos explicativos tras la aplicación de una unidad didáctica que se sustenta en el desarrollo de procesos argumentativos.

3. Referente Teórico

Las bases teóricas que orientan esta investigación se orientan desde el enfoque socio-constructivista, en el cual como lo manifiesta Coll (1997) los aspectos implicados en el aprendizaje escolar deben dirigirse hacia “la comunicación, la atención, la motivación, las habilidades intelectuales, las estrategias de aprendizaje, la memoria, las expectativas, el auto-concepto y las relaciones interpersonales” (p. 10), lo cual es fundamental en el desarrollo de los procesos argumentativos en los estudiantes y su relación con los modelos explicativos que ellos construyen.

De igual manera, es de gran importancia en este proceso identificar la relación entre el pensamiento y el lenguaje que reflejan la realidad, como lo manifiesta Vygotsky (1995) “son la clave de la naturaleza de la conciencia humana. Las palabras tienen un papel destacado tanto en el desarrollo del pensamiento como en el desarrollo histórico de la conciencia en su totalidad” (p.165) lo cual es necesario tener en cuenta en el momento de identificar la relación de estos dos procesos (argumentativos y modelos explicativos) en el aprendizaje del concepto de presión, ya que al desarrollar los procesos argumentativos en los estudiantes se están potenciando y evidenciando procesos de pensamiento en ellos, que se reflejan en el lenguaje que expresan a través de sus argumentos.

3.1 La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en secundaria

El desarrollo de la argumentación en este proyecto se enmarca dentro de la enseñanza y el aprendizaje en secundaria, por lo tanto tiene unas particularidades que lo caracterizan, como lo menciona el MEN (2006) “En un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que las personas cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno (las situaciones que en él se presentan, los

fenómenos que acontecen en él) y aportar a su transformación, siempre desde una postura crítica y ética frente a los hallazgos y enormes posibilidades que ofrecen las ciencias” (p.96). Por consiguiente, tanto la enseñanza como el aprendizaje de conceptos científicos deben apuntar a desarrollar estos conocimientos y herramientas, en este caso, los procesos argumentativos.

Por tal motivo, en este marco es fundamental tener en cuenta el papel del maestro, del estudiante y del conocimiento en este proceso de formación científica que requieren los educandos de la sociedad actual.

En este sentido, En los Estándares Básicos de Competencias en ciencias se plantea que:

Formar en ciencias naturales en la Educación Básica y Media significa contribuir a la consolidación de ciudadanos y ciudadanas capaces de asombrarse, observar y analizar lo que acontece a su alrededor y en su propio ser, formularse preguntas, buscar explicaciones y recoger información; detenerse en sus hallazgos, analizarlos, establecer relaciones, hacerse nuevas preguntas y aventurar nuevas comprensiones; compartir y debatir con otros sus inquietudes, sus maneras de proceder, sus nuevas visiones de mundo; buscar soluciones a problemas determinados y hacer uso ético de los conceptos científicos, todo lo cual aplica por igual para fenómenos tanto naturales como sociales (Men, 2006, p.96)

En cuanto a los conocimientos científicos, el MEN (2006) plantea que “Las explicaciones derivadas del quehacer científico no corresponden a verdades absolutas e incuestionables; un sello distintivo de las ciencias está justamente en que sus teorías se encuentran en constante revisión y reformulación” (p.97) El MEN (2006) también plantea en otro apartado de los Estándares Básicos de competencias en ciencias que “como lo dijera Thomas Kuhn (1971) podemos entender la llamada “verdad científica” como un conjunto de paradigmas provisionales, susceptibles de ser revaluados y reemplazados por nuevos paradigmas. Ya no se habla entonces de leyes universales, sino de hipótesis útiles para incrementar el conocimiento” (p. 98)

Es importante que, en la construcción de proyectos de este tipo, en cuanto el conocimiento científico se tenga en cuenta que:

La actividad científica está dada principalmente por un proceso continuo de formulación de hipótesis y diseño de trayectorias investigativas para su constatación, cuyo principal propósito es la búsqueda rigurosa de explicaciones y comprensiones alternativas a las dadas hasta el momento, que los conduzcan a un conocimiento más sólido, más complejo, más profundo de aquello que está siendo objeto de estudio. Hacer ciencias, hoy en día, es una actividad con metodologías no sujetas a reglas fijas, ni ordenadas, ni universales, sino a procesos de indagación más flexibles y reflexivos que realizan hombres y mujeres inmersos en realidades culturales, sociales económicas y políticas muy variadas y en las que se mueven intereses de diversa índole. (MEN et al., 2006 p. 98)

En cuanto al papel del estudiante dentro de este proceso el MEN (2006) manifiesta que “El estudio de las ciencias debe dejar de ser el espacio en el que se acumulan datos en forma mecánica, para abrirse la posibilidad de engancharse en un diálogo que permita la construcción de nuevos significados” (p. 98). En este sentido, el estudiante pasa de ser un receptor pasivo de conocimiento a volverse partícipe y activo en esta construcción. “Por esta razón es importante invitar a los y las estudiantes a realizar análisis críticos del contexto en el que se realizan las investigaciones, así como sus procedimientos y resultados”. (MEN et al., 2006, p. 98) Es allí, donde cobra la importancia el desarrollo de la argumentación para lograr estos análisis críticos en los estudiantes donde ellos comprendan que el conocimiento científico puede ser cuestionado y revaluado.

En conclusión, el MEN (1998) en los lineamientos Curriculares de ciencias naturales plantea que la propuesta curricular para el área de Ciencias naturales y educación ambiental, se fundamenta en tres ideas centrales:

Ellas son: 1) La educación es un proceso que debe estar centrado en el alumno. 2)

Las ciencias son una forma de conocer del ser humano que puede ser entendida como un continuo de diversos niveles de complejización de los procesos en cuyos extremos se pueden encontrar las ciencias naturales (que estudian los procesos físicos, químicos y biológicos) y las ciencias sociales (que estudian los procesos culturales), pero entre ellas no existen divisiones claramente determinadas 3)

Todo conocimiento proviene del Mundo de la Vida y tiene sentido sólo en él. En forma más amplia, el conocimiento científico es una construcción social que tiene como objetivo final la adaptación vital de la especie humana y este carácter no debe ser olvidado por el profesor de ciencias. (MEN, 2006, p. 67)

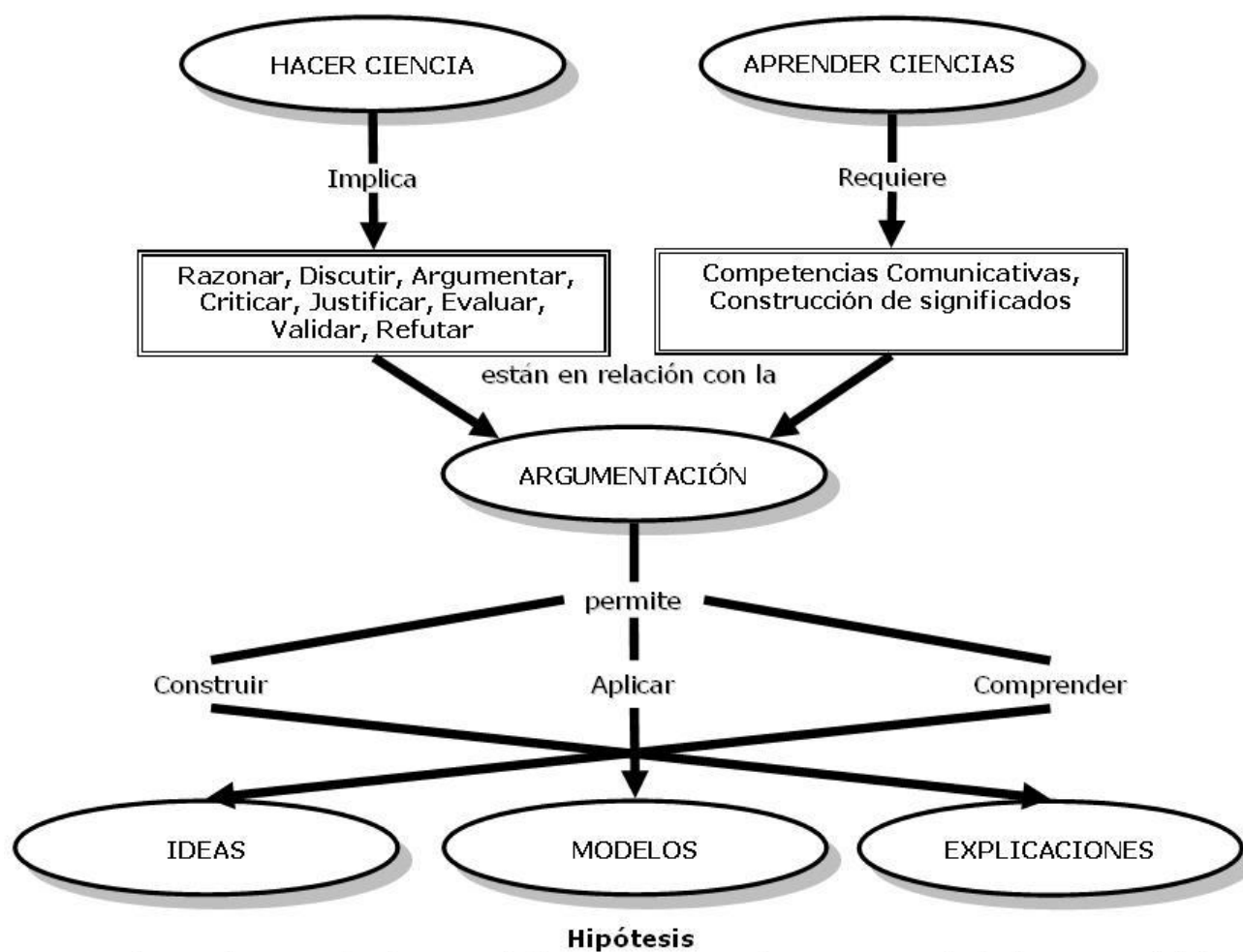
3.2 La argumentación en ciencias naturales

Desarrollar procesos argumentativos se ha convertido en una herramienta valiosa en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área de las ciencias naturales, y se convierte en un componente central tanto para hacer ciencia como para comunicarla. Lemke (1990). Dar el valor necesario a la argumentación en la construcción de conocimiento científico acerca más a la ciencia del mundo real y a cambiar modelos que tienen estudiantes, profesores y comunidad científica en general acerca de conceptos y teorías de los fenómenos naturales. Realizarlo ayuda a utilizar el conocimiento científico en la solución de problemas reales en un contexto particular (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Por tal motivo, dar importancia a la argumentación en la clase de ciencias, facilita la comprensión de conceptos científicos al involucrar al estudiante con diferentes teorías, y además direcciona de una mejor forma la racionalidad de la misma ciencia. (Pipitone, Sardá & Sanmartí, 2008).

Se estima que la argumentación, y el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tienen una relación directa hoy en día, desde las posturas epistemológicas que se pueden inscribir en la enseñanza de las ciencias Adúriz-Bravo (2005); Izquierdo y Adúriz-Bravo (2003), cobra

relevancia especial la argumentación. De un lado, hacer ciencia implica discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar ideas y explicaciones; y, de otro, enseñar y aprender ciencias requiere de estrategias basadas en el lenguaje, es decir, el aprendizaje es un proceso social, en el cual las actividades discursivas son esenciales. Se reconoce aquí una estrecha relación entre las competencias comunicativas y el aprendizaje de los modelos científicos y se plantea la hipótesis de que a una mejora en dichas competencias corresponde un aprendizaje de mayor calidad; y que aprender a pensar es aprender a argumentar. Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S, (2008). De acuerdo con Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003), la perspectiva de investigación del aprendizaje como argumentación complementa los estudios y los aportes logrados por una de las líneas de mayor envergadura y tradición en educación en ciencias, la que centra sus estudios en la comprensión de las relaciones entre las llamadas ideas, modelos y explicaciones.



Hipótesis
una mejora en las competencias comunicativas, se corresponde con un aprendizaje de mayor calidad.

Figura 1. La argumentación como competencia básica en la construcción de conocimientos. Por B. Henao & S. Stipcich, 2008, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1, p. 50.

Esta relación o perspectiva, denominada por algunos autores “aprendizaje como argumentación”, es posible decir que tiene como pionera, en el campo de la educación en ciencias, a Kuhn (1992-1993); como precursores, los estudios de los procesos discursivos en el aula de clase, en los cuales se busca la comprensión del aprendizaje a través del análisis de los sistemas de comunicación o del discurso en el aula, con Sutton (1992, 1997); Cazden (1991) y Hennessey (1991); las teorías interpretativas sobre la construcción de conocimiento, las teorías

antropológicas de la cultura, los estudios de interacción sociolingüística del lenguaje en uso y algunas teorías epistemológicas de Lev Vigotsky, referente ineludible al hablar de las relaciones entre cultura, conocimiento y lenguaje. Así mismo, se retoman estudios como los de Latour y Woolgar (1995) y Knorr-Cetina, (1995), quienes, con base en sus investigaciones etnográficas en el ámbito de la antropología y la sociología de las ciencias, develan que uno de los principales fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados.

Desde su punto de vista, los científicos no descubren hechos, ellos pasan la mayor parte del tiempo codificando, marcando, corrigiendo, leyendo, escribiendo y discutiendo; es decir, deben persuadir a otros y ser persuadidos de aceptar como hechos, los enunciados que construyen B. Henao & S. Stipcich, (2008).

Los procesos argumentativos se han convertido en parámetros importantes a la hora de implementar procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de ciencias naturales. La competencia argumentativa se ha convertido en una de las herramientas más potentes a la hora de aprender conceptos relacionados con esta área del conocimiento y uno de los componentes del pensamiento crítico que se reconoce hoy como determinante, el cual incorpora la dimensión del lenguaje y, de manera particular, la argumentación como tal, Tamayo (2012). Igualmente, la argumentación es la evaluación del conocimiento a partir de las pruebas disponibles, Jiménez Aleixandre & Puig (2012); lo que la convierte en una herramienta de aprendizaje muy convincente y poderosa.

La argumentación es un proceso cognitivo que relaciona información concreta con abstracción y generalización usando datos, siguiendo las reglas del pensamiento crítico, para obtener nueva información. De esta manera, se puede decir que el propósito principal de la

producción argumentativa es legitimar explícitamente la nueva información por medio de datos empíricos, razonamientos o pruebas y hacerla explícita por medio del lenguaje Martínez (2002).

En la argumentación se parte de la presentación de una tesis o hipótesis para, posteriormente, demostrar la validez de esta, por medio de razonamientos e información que conduzcan a una conclusión. De esta manera, un texto argumentativo debe organizar la información en tres componentes, como lo manifiestan Parodi & Núñez (1999)

Introducción o tesis: Inicia con una exposición en la que el autor intenta captar la atención del lector y despertar en él una actitud favorable. También es aquí donde se plantea, de forma clara y concisa, la tesis o hipótesis del autor. En este momento se expone la idea fundamental en torno a la cual se reflexiona, el punto de vista o la interpretación que ofrece un escritor acerca de un hecho o situación.

Cuerpo argumentativo: Es el desarrollo de la sustentación. En este apartado se presentan las pruebas, inferencias o argumentos que sirven para apoyar o refutar la tesis planteada en la introducción; es decir, se exponen las ideas y las formulaciones derivadas de la hipótesis, los argumentos demostrativos, la refutación de objeciones y, finalmente, se confirma la postura sostenida por el autor.

Conclusión: Presenta una síntesis de las ideas expuestas en el cuerpo argumentativo; brinda sugerencias o aportaciones pertinentes sobre el tema, así como las nuevas propuestas que deriven de la investigación, o de la refutación de la tesis. La conclusión cumple la función de entregar una nueva información a partir de la cadena de argumentos, parafrasear la tesis, o generar reflexiones (Parodi & Nuñez, 1999).

La argumentación puede utilizar el lenguaje verbal, escrito e incluso pictórico, como mediador y validador de un punto de vista con el fin de lograr acuerdos entre las ideas. En el caso del discurso argumentativo escrito, éste tiene intrínsecamente un carácter dialógico, y esta característica se pone de manifiesto en la contra-argumentación, uno de los aspectos que mayor

dificultad presenta para los aprendices, tanto en la comprensión como en la producción de textos escritos. Camps (1995, p. 53)

3.3 Enfoques relacionados con la argumentación

La argumentación es actualmente uno de los campos del conocimiento en los cuales han venido encontrándose y complementándose contribuciones y desarrollos procedentes de diversas tradiciones y disciplinas, desde la lógica o la filosofía del lenguaje, hasta la retórica, pasando por la lingüística, el análisis del discurso o las ciencias de la comunicación. Su centro de atención es el discurso argumentativo, que se entiende como una conversación en la que se trata de dar cuenta y razón de algo a alguien que hace las veces de interlocutor, sea una persona, un grupo o un auditorio determinado o incluso el mismo hablante o escritor, con el fin de lograr su comprensión y su asentimiento. Warley (2012).

Dentro de estos campos encontramos vertientes y concepciones que difieren unas de otras en cuanto a la forma o fines en que se comunican las ideas, se generan los debates y se amplían los conocimientos de manera dinámica e interactiva, y que generan diversos puntos de vista, buscando cuál es su función comunicativa y social. A pesar de haber unas vertientes generales en estas concepciones, algunos autores difieren de otros a pesar de tener puntos en común. Ruiz (2017).

A continuación se presentan algunos enfoques frente a la argumentación con sus principales exponentes y postulados citados por Tamayo (2011), con el fin de comprender los aportes de estos autores a estos procesos argumentativos. Al final de este apartado se expone y se profundiza el enfoque en el que se enmarca esta investigación:

Toulmin (2007) considera como argumento todo aquello que es utilizado para justificar o refutar una proposición. Aunque no ofrece los rasgos lingüísticos de su modelo, estos han sido inferidos a partir de los elementos funcionales de aquel

(Parodi, 2005). El modelo de Toulmin permite que los alumnos reflexionen sobre la estructura del texto argumentativo (Sardá y San- martí, 2000; Driver y Newton, 1997).

Van Dijk (1989) sostiene que la estructura del texto argumentativo puede ser descompuesta más allá de la hipótesis (premisas) y la conclusión, e incluye la justificación, las especificaciones de tiempo y lugar y las circunstancias en las cuales se produce la argumentación. Para él, lo que define un texto argumentativo es la finalidad que este tiene de convencer. El autor caracteriza en un texto argumentativo tres niveles de organización: la superestructura, la macroestructura y la microestructura. El estudio de los diferentes niveles de la estructura del texto argumentativo puede favorecer, en las clases de ciencias, la apropiación de las características del lenguaje científico.

Adam (1995) muestra, por su parte, cómo un texto argumentativo puede estar estructurado en diferentes secuencias. Tomando como base el modelo de Toulmin, Adam analiza los textos argumentativos como secuencias argumentativas encadenadas en las que se puede dar el caso de que la conclusión de una secuencia sea la premisa de la siguiente.

De otra parte, para Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia y Adúriz-Bravo (2005), la argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten.

Para Perelman y Olbrechts-Tyteca (1989), la argumentación está orientada hacia el convencimiento o la persuasión, en tanto consideran que la finalidad de la argumentación es convencer con razones o persuadir mediante recursos afectivos.

A partir de estos modelos, y mediante la elaboración de un esquema que articula

varios aspectos de algunos de ellos, Sardá y Sanmartí (2000) estudiaron la argumentación en estudiantes de ciencias que participaron en un juego de rol. Las autoras encontraron que los patrones estructurales de los argumentos eran completos y que había uso adecuado de los conectores lógicos. Sin embargo, el análisis funcional del texto mostró dificultades relacionadas con la relevancia y pertinencia de los argumentos, la elección de evidencias desde teorías implícitas más que científicas, interpretaciones e inferencias no justificadas y conclusiones no derivadas del contexto teórico. En el aula de clase este proceso se evidenciaría a través de las prácticas discursivas de los estudiantes en las que se articulan componentes de la estructura de la argumentación, de los conceptos científicos y de la práctica discursiva, cuya puesta en escena permitiría conocer las características de los modelos argumentativos y, a partir de allí, construir procesos didácticos que contribuyan a la transformación de dichos modelos.

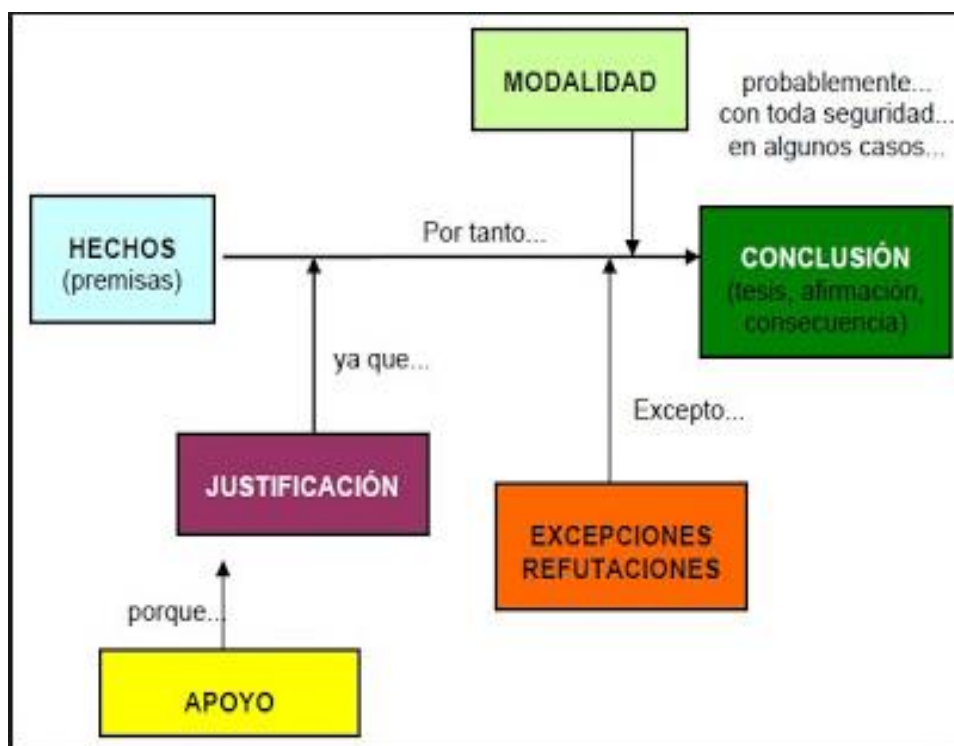
De otra parte, la argumentación, como lo expresan Driver y Newton (2000) cuando definen la argumentación dialógica o de voz múltiple, tiene lugar cuando se examinan, por un individuo o en el seno de un grupo, diferentes perspectivas para llegar a un acuerdo sobre cuáles son las afirmaciones del conocimiento que se aceptan o las líneas de acción que se toman en consideración. En un sentido similar, Candela (1999) destaca la importancia de la argumentación en el aula en función de la construcción de la búsqueda de acuerdos y, en última instancia, de consensos, aspectos que pueden ser complementarios y parten de una misma intención. Frecuentemente se argumenta para convencer de la validez de una versión del conocimiento y, por tanto, para llegar después a consensos. En relación con este último aspecto, Giere (1992) plantea que la argumentación en ciencias es un proceso de elección entre modelos y teorías para

explicar los fenómenos de la realidad, proceso al cual se puede llegar si se generan interpretaciones diferentes de los datos debido a las interpretaciones particulares de las comunidades científicas, a los avances tecnológicos y a los cambios en los objetivos de las ciencias (Duschl y Gitomer, 1997). (Tamayo et al., 2011, p. 216, 217)

Para esta investigación se tomó como base el modelo argumentativo de Stephen Toulmin, ya que es uno de los más utilizados en ciencias por su facilidad a la hora de analizar datos, ya que se tienen en cuenta únicamente las premisas y su relación con el argumento. Igualmente se hizo énfasis también en la argumentación escrita, lo cual facilita dicho análisis.

Para el investigador Stephen Toulmin (2007), la argumentación es una actividad dialógica, en la que interesa el convencimiento de las personas. La inferencia se presenta desde las premisas expuestas por él mismo, en la cual establece que un argumento es válido si se desprende de las siguientes premisas:

- Dato (D): Hechos que apelamos como sustento a una conclusión desde un fenómeno o concepto estudiado. ¿Qué tenemos?
- Garantía (G): Apoya o justifica el vínculo entre dato y conclusión. ¿Cómo llegamos aquí?
- Conclusión (C): Proposición que sea el resultado obtenido de una experimentación u observación. ¿Qué se está tratando de probar?
- Sustento (S): Los modelos teóricos que respaldan las relaciones establecidas.
- Refutación (R): Excepciones a la conclusión donde se tienen en cuenta un calificador modal.
- Calificador Modal (Q): Indica el grado de fuerza que la garantía confiere al paso del dato a la conclusión.



Figura

2.

Modelo Argumentativo de Stephen Toulmin, Polisemia actual del concepto “modelo mental”.

Consecuencias para la investigación didáctica. por R. Gutierrez, 2006, *Investigações em ensino de ciências*, 10 (2), p. 209

3.4 La propuesta Toulminiana y la educación en ciencias

Toulmin (1964) hace un llamado a reconocer que las ciencias tienen sus propios lenguajes y “recursos literarios” para representar sus teorías explicativas; de tal manera que, un científico aprende a hablar y a pensar en términos de los modelos teóricos y puede hacer alusión a, por ejemplo, “superficie tridimensional”, “luz invisible” o “curvatura del espacio”, expresiones y modelos que por vívidos que parezcan, para el profano no resultan familiares ni inteligibles de inmediato y, por el contrario, se pueden convertir en auto-contradicciones que llevan a la incomprensión, si no son debidamente relacionados con los fenómenos a los cuales sirven como explicación. En relación con lo anterior se puede decir que, en síntesis, hay tres

conceptos centrales de la teoría Toulminiana que son retomados en los estudios que reivindican el papel de la argumentación en el aprendizaje. El primero tiene que ver con sus consideraciones sobre el lenguaje como un elemento estructural de los conceptos, entendidos como propiedad comunal y no individual; el segundo, el carácter que le confiere a la racionalidad como contingente y no universal o trascendente y, el tercero, su postura frente al valor de la argumentación sustantiva, no formal. Es así como, por ejemplo, Kelly y Green (1998) explícitamente asumen los presupuestos enunciados y consideran que, en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, la racionalidad puede ser interpretada como disposición de los miembros del grupo a examinar y modificar ideas de cara a las evidencias y a los argumentos; y que lo racional está relacionado con las formas en las cuales las normas y las prácticas culturales son construidas en y a través del lenguaje y otros sistemas semióticos, interpretadas y actuadas por los miembros de un grupo y avaladas públicamente en contextos desde los cuales es posible aceptar, criticar, modificar, revisar y refutar ideas y explicaciones.

El concepto racionabilidad que aquí se adopta, es propuesto por Toulmin (2003) y alude a la posibilidad de ser razonables, más allá de los cánones de la lógica formal. El proceso argumentativo, acorde con las perspectivas de Toulmin, como se ha dicho, se expresa en términos de la racionabilidad, es decir, de exponer buenas razones; razones coherentes, pertinentes y situadas, superando los esquemas deductivos nomológicos o formales. Aprender a argumentar permitirá entender que, en la racionalidad, está implicada la flexibilidad intelectual como una posibilidad de presentar nuestras ideas, defenderlas o someterlas a refutación. No obstante, se reconocen problemas y debilidades en la propuesta de la lógica formal enunciados anteriormente.

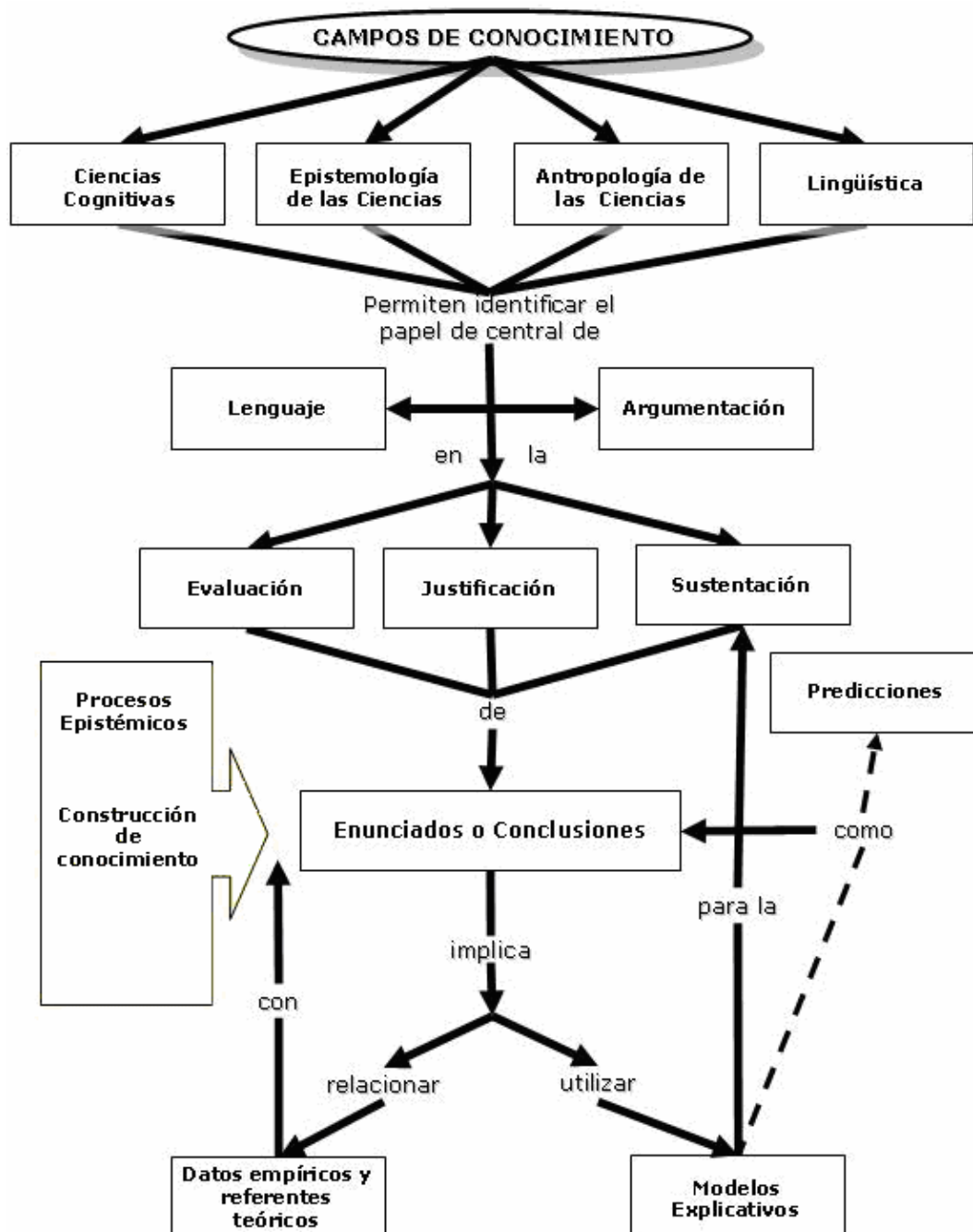


Figura 3. La argumentación como articulación de procesos sociológicos con los epistémicos del ámbito individual. Por B. Henao & S. Stipcich, 2008, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1*, p. 54.

Partiendo del modelo argumentativo de Stephen Toulmin (2007) desde donde se construye la

rejilla de argumentación de 8 niveles, elaborada por Ruiz (2013) en su Tesis Doctoral, donde cada uno de los niveles tiene unas características específicas, las cuales se explican a continuación:

Nivel de Argumentación 1

Se caracteriza por comprender argumentos que solo presentan una o más conclusiones o presentan datos. El argumento se compone de conclusión o dato.

Nivel de Argumentación 2

Se caracteriza por establecer Aquellos Argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando poca o ninguna relación entre estos dos elementos. Los argumentos se componen de datos, 1 conclusión sin conexión.

Nivel de Argumentación 3

Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando relación fuerte entre ellos. Los argumentos se componen de datos, 1 o más conclusiones con relación

Nivel de Argumentación 4

Se caracteriza por establecer argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación que intenta relacionar los elementos anteriores. Los argumentos se componen de datos, conclusiones, justificación con relación.

Nivel de argumentación 5

Se caracteriza por establecer argumentos en los que se identifican con claridad los datos , una o más conclusiones y al menos una justificación que relaciona claramente los elementos anteriores. Los argumentos se constituyen por datos, conclusiones, justificación con relación.

Nivel de argumentación 6

Se caracteriza por establecer argumentos en los que se identifican con claridad los datos, conclusiones, justificaciones y/o refutaciones con coherencia entre dichos elementos, los argumentos se componen de datos, conclusiones, justificación o refutación.

Nivel de argumentación 7

Se caracteriza por establecer argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones y respaldo teórico, con coherencia entre dichos elementos. Los argumentos están constituidos por datos, conclusiones, justificación, respaldo teórico.

Nivel de argumentación 8

Se caracteriza por establecer argumentos en los que se identifican datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contra argumentos y cualificadores, con coherencia entre dichos elementos. Los argumentos están constituidos por datos, conclusiones, justificación, respaldo teórico, contra argumentos.

3.5 El modelo explicativo en ciencias naturales

El concepto de modelo es uno de los pilares meta-teóricos sobre los que se edifican las ciencias naturales. En el campo de la didáctica de las ciencias, el concepto de modelo tiene una relevancia tanto desde sus aspectos lingüísticos como representacionales. Así, por ejemplo nacen definiciones de modelos como modelo del sentido común, modelo didáctico analógico, que comparten algunos aspectos con el modelo científico erudito y que se diferencian fundamentalmente de otros aspectos relevantes. El análisis diferencial de estos tipos de modelos lleva a examinar conceptos como representación, analogía, metáfora y sus articulaciones recíprocas.

El concepto de presión, como se había mencionado anteriormente es un contenido relevante en la enseñanza de las ciencias puesto que estructura el aprendizaje de otros contenidos. Sirve para explicar muchos fenómenos de la realidad que rodea a las personas y para comprender muchos de los contenidos que forman parte de la cultura científica del ciudadano. No es de extrañar, por tanto, que la construcción de la noción del concepto de presión sea uno de los referentes básicos en el currículo, tanto en la educación secundaria obligatoria como en la educación superior Jensen (1998); Raviolo, Garritz y Sosa (2011); Merino e Izquierdo, (2011)

En este marco cobra un especial sentido el aprendizaje a través de modelos, entendidos como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Se trataría con ello de aprender no solo los modelos de la ciencia escolar, sino también las capacidades para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos, así como hablar y opinar acerca de estos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones. En este contexto, los casos de la vida diaria pueden constituir instrumentos idóneos en la construcción de modelos.

Así, aunque su papel en el aprendizaje de las ciencias no ha estado libre de controversia Duit, (1991), cuando se seleccionan y se usan de forma coherente con los presupuestos de la investigación, pueden contribuir al aprendizaje de conceptos y a la evolución de las concepciones alternativas (Posner et al., 1982; Brown y Clement, 1989; Treagust et al., 1992; Duit, 1991, 1996; Dagher, 1994; Ceacero et al., 2002). Así mismo, la clasificación de modelos puede constituir una herramienta adecuada para desarrollar las aptitudes y actitudes necesarias para el aprendizaje de un concepto en particular y adquirir competencias como las argumentativas, que lleven a un aprendizaje científico de un tema particular.

En los últimos años se está difundiendo un nuevo tipo de enseñanza de las ciencias centrado en el aprender a hablar y a escribir ciencia, es decir, centrado en la apropiación del lenguaje científico en un proceso gradual y contextualizado. Lemke, (1997); Izquierdo y Sanmartí, (1998, 1999). Por otra parte, una dificultad importante que impide que se produzcan aprendizajes significativos son las grandes diferencias entre las diversas representaciones idiosincrásicas que construyen los alumnos acerca del mundo natural y las correspondientes representaciones científicas. Se puede afirmar, entonces, que la diferencia entre los modelos mentales involucrados en uno y otro extremo de la comunicación entre expertos y novatos involucra tanto aspectos lingüísticos semánticos y sintácticos, como representacionales.

Hablar con el lenguaje y las representaciones propias de la ciencia escolar sería un paso necesario en el camino hacia aprender la ciencia de los científicos. Pretender que desde un primer momento los estudiantes utilicen un lenguaje estrictamente científico, no necesariamente es una manifestación de que la información que manejan está sustentada en representaciones científicas cercanas a las propuestas por la ciencia erudita en ese campo. En efecto, muchas veces se ha verificado la declamación de textos aprendidos memorísticamente pero, luego de un tiempo, aprendizajes correctos aparentemente consolidados se olvidan, apareciendo nuevamente ideas erróneas, no correspondientes al modelo científico apropiado, sino respondiendo a lo que llamaremos modelos del sentido común o del pensamiento espontáneo. Gutiérrez (2016).

3.5.1 Modelos explicativos del concepto de Presión

Teniendo en cuenta tanto lo que es la concepción de modelo explicativo, como la historia y desarrollo del concepto de presión; y además de esto se le suman las respuestas obtenidas por los estudiantes en la aplicación del instrumento en su primera etapa; se obtienen cuatro modelos explicativos del concepto de presión (Anexo 2), que se relacionan cronológicamente, de tal

forma que, al avanzar en el tiempo, se van acercando al modelo erudito o científico, que en este caso será el contemporáneo.

MODELOS EXPLICATIVOS PRESIÓN

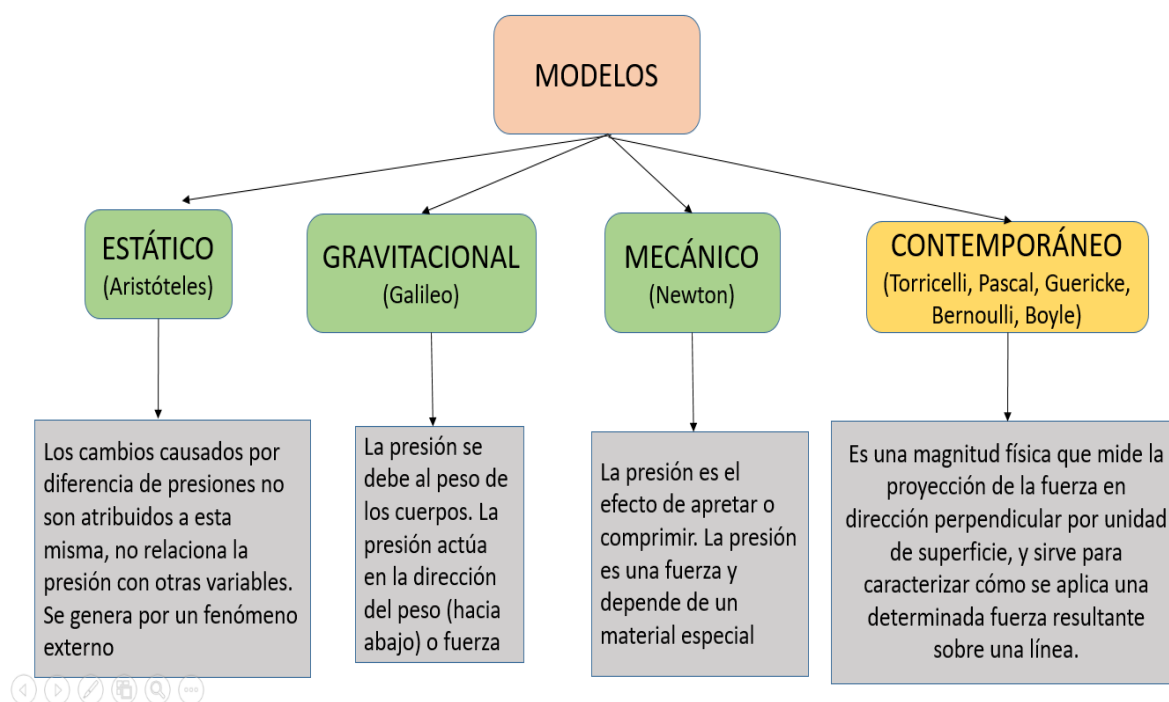


Figura 4, Modelos Explicativos Concepto de Presión. Modelos emergentes desde la Teoría y Respuestas dadas por los estudiantes Por J. P. Quintero, 2017.

Cada uno de estos modelos se caracteriza por los aspectos que se plantean a continuación:

Modelo Mecánico: La presión es el efecto de apretar o comprimir. La presión es una fuerza en una sola dirección que depende del movimiento y no de una sustancia inmóvil. Depende de un material especial.

Modelo Gravitacional: La presión se debe a la cantidad de masa o al peso de los cuerpos. La presión actúa en la dirección del peso (hacia abajo) o fuerza.

Modelo Estático: Los cambios causados por diferencia de presiones son raramente atribuidos a esta misma, no relaciona la presión con otras variables, relaciona el concepto de presión desde el sentido común, que se genera por un movimiento externo o situación externa no acorde. No tiene en cuenta los cambios de presión

Modelo Contemporáneo: La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. Se relaciona de una forma específica con variables de manera científica como la temperatura, el volumen y la altitud sobre el nivel del mar, entre otras

3.6 Concepto de Presión en educación secundaria

En los últimos 20 años, en la enseñanza de la química y la física, especialmente del concepto de presión, se han desarrollado diferentes estrategias didácticas para su enseñanza, cada una fundamentada desde diferentes teorías de aprendizaje y con fines diferentes. Se rescatan los trabajos de Maturano et al. (2005); En los cuales se analizan las dificultades que presentan los estudiantes al estudiar el concepto de presión y su aplicación al estudio de los fluidos en equilibrio, teniendo en cuenta las ideas previas que se tienen en relación con este concepto, las habilidades procedimentales involucradas en experimentos sencillos, la realización de actividades de lectura y búsqueda de información en textos y la aplicación de los conceptos trabajados en situaciones cotidianas. A partir de esta propuesta, se considera que los libros de texto utilizados no presentan claridad en los conceptos abordados, lo que conlleva a que los estudiantes no logren integrar los contenidos estudiados anteriormente con los nuevos, no diferencien los conceptos fuerza y presión, fuerza y velocidad, peso y empuje, y las relaciones que se establecen entre éstos. Además, las respuestas de los alumnos muestran que tienen

dificultades en la redacción, lo que evidencia que a partir de actividades escritas no se puede determinar si hubo un aprendizaje o no.

Loverude, Heron & Kautz (2010), quienes reflexionan sobre las concepciones que tienen los estudiantes acerca del concepto de presión y las dificultades que presentan para establecer relaciones con otros conceptos de la misma temática. De igual forma, proponen una serie de materiales didácticos con el objetivo de mejorar la comprensión de los estudiantes en cuanto al concepto de presión hidrostática a través de tutoriales, actividades experimentales y resolución de problemas. A partir de esta propuesta, se considera que la mayoría de los estudiantes no desarrollan una comprensión completa de la presión hidrostática y presentan dificultades para interpretar los problemas, ya que no le encuentran un sentido a los temas trabajados y no ven su aplicabilidad a la vida cotidiana, además, el tiempo asignado para este tema es demasiado corto en un curso estándar. Algunas dificultades encontradas en relación al tema en específico son: asociación incorrecta de la presión con la densidad, asociación incorrecta de la presión con "confinamiento", explicaciones basadas en una noción intuitiva de "equilibrio", confusión entre presión y peso.

En cuanto a estrategias basadas en la resolución de problemas, en las que se hace uso de materiales cotidianos, y se lleva a los estudiantes a imaginar situaciones en las que se encuentra involucrada la presión atmosférica se utilizan metodologías como las planteadas por Longhini & Nardi (2008). Para ello se dividen las actividades en dos ejes; en el eje uno se encuentran problemas que llevan a los alumnos a percibir que cuando dos recipientes o espacios están sujetos a presiones distintas la tendencia será al equilibrio entre estas presiones; en el eje dos se ubican actividades que llevan a los alumnos a pensar en fenómenos que relacionan la presión atmosférica con la gravedad, ya que los estudiantes tienden a creer que una influencia a la otra. A

partir de este trabajo concluyen que a pesar de estar la presión atmosférica presente en la vida diaria no siempre se tiene una idea clara frente a ella, consideran que este tipo de actividades exige a los estudiantes movilizar sus esquemas personales donde el docente se convierte en una pieza fundamental, pues él es el encargado de plantear este tipo de situaciones y ser intermediario entre la búsqueda de posibles soluciones.

Por último, Hosson & Caillarec (2009) describen un experimento realizado por Blaise Pascal en 1647 en la montaña Puy de Dôme (Francia) para probar la reducción de la presión del aire con la altura. Luego de esto, proponen la aplicación del experimento en un grupo de estudiantes de diferentes universidades francesas con el objetivo de identificar las dificultades que se generan a partir de la explicación del fenómeno. Las respuestas a la prueba se analizan de manera inductiva de acuerdo con los principios de la teoría fundamentada y se observó que la descripción del experimento y el resultado obtenido por Pascal influyeron en las respuestas de los estudiantes; además, el razonamiento utilizado por ellos en sus respuestas revela las dificultades que tienen asociadas con el concepto de presión. Por lo anterior, se considera que el experimento Puy de Dôme permite cuestionar ideas de los estudiantes en el campo de la hidrostática, pero a causa de que es incomprendido, no juega el papel de un importante experimento ni en el aprendizaje, ni en el proceso histórico.

A partir del análisis de este primer eje se realizó una clasificación entre los trabajos de investigación en cuanto a la reflexión sobre la importancia de la historia y la epistemología del concepto de presión y en cuanto a las dificultades y concepciones que los estudiantes tienen acerca de éste. Además, se encontraron estrategias en donde se propone la experimentación y la visualización de videos para la enseñanza de dicho concepto.

En esta revisión se retomaron varios elementos que apoyaron el planteamiento del problema de investigación, donde se coincide en el hecho de que los estudiantes confunden los conceptos de presión y fuerza, lo que lleva a dificultades para establecer relaciones entre ellos e identificar situaciones en donde éstos intervienen. También se encontraron investigaciones donde se resalta que el tiempo es un factor relevante para la enseñanza del concepto de presión, ya que, si se le dedica poco, se tiende a realizar una enseñanza sólo de ecuaciones, dejando de lado la comprensión de conceptos y la relación de éstos con diferentes situaciones de la vida cotidiana.

La presión es la relación entre la fuerza aplicada y la área de contacto donde se aplica la fuerza, relación que nos identifica que entre menor sea el área en contacto con la fuerza mayor será la presión aplicada y que entre mayor sea el área donde se aplica la fuerza menor será la presión que se ejerce lo cual y en virtud de aclarar el concepto de presión y diferenciarlo con el concepto de fuerza podemos decir que en presencia de dos situaciones donde se aplique la misma fuerza pero a áreas diferentes la mayor presión se da cuando el área en contacto sea menor y allí se estructura que la fuerza es un valor dado y la presión se define respecto a que área se aplicó esa fuerza. Aguilar (2011, p. 7)

Presión atmosférica

La presión atmosférica es aquella presión que ejerce nuestra atmosfera en cualquier punto dado, es importante anotar que la presión aumenta o disminuye según la altura en la cual nos encontramos o también debido a los factores asociados a los cambios meteorológicos ya que se trata de un fluido en el cual estamos inmersos y teniendo en cuenta el principio de Pascal que indica que cualquier cambio en las características de la presión se ve regulado en todos los puntos del recipiente. (Landau, 1963:184-290) (Resnick, 2002:335) (Serway 2005:423)

Principio de pascal

Como ya se vio, el principio de Pascal o ley de Pascal, es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662) que se resume en la frase: la presión ejercida en

cualquier parte de un fluido incompresible y en equilibrio dentro en un recipiente de paredes indeformables, se transmite por igual en todas las direcciones en todo el fluido. Esto en vista de que la presión aumenta con la profundidad y la presión atmosférica del lugar cualquier aumento en la superficie generara un aumento en todo el fluido, valiéndose de ello es que se utiliza dicho principio en los gatos y prensas hidráulicas ya que este es el principio fundamental de la hidráulica. (Serway, 2005:426) (Landau, 1963: 182) (Hewitt, 2000: 301). Aguilar (2011, p. 8)

4. METODOLOGÍA

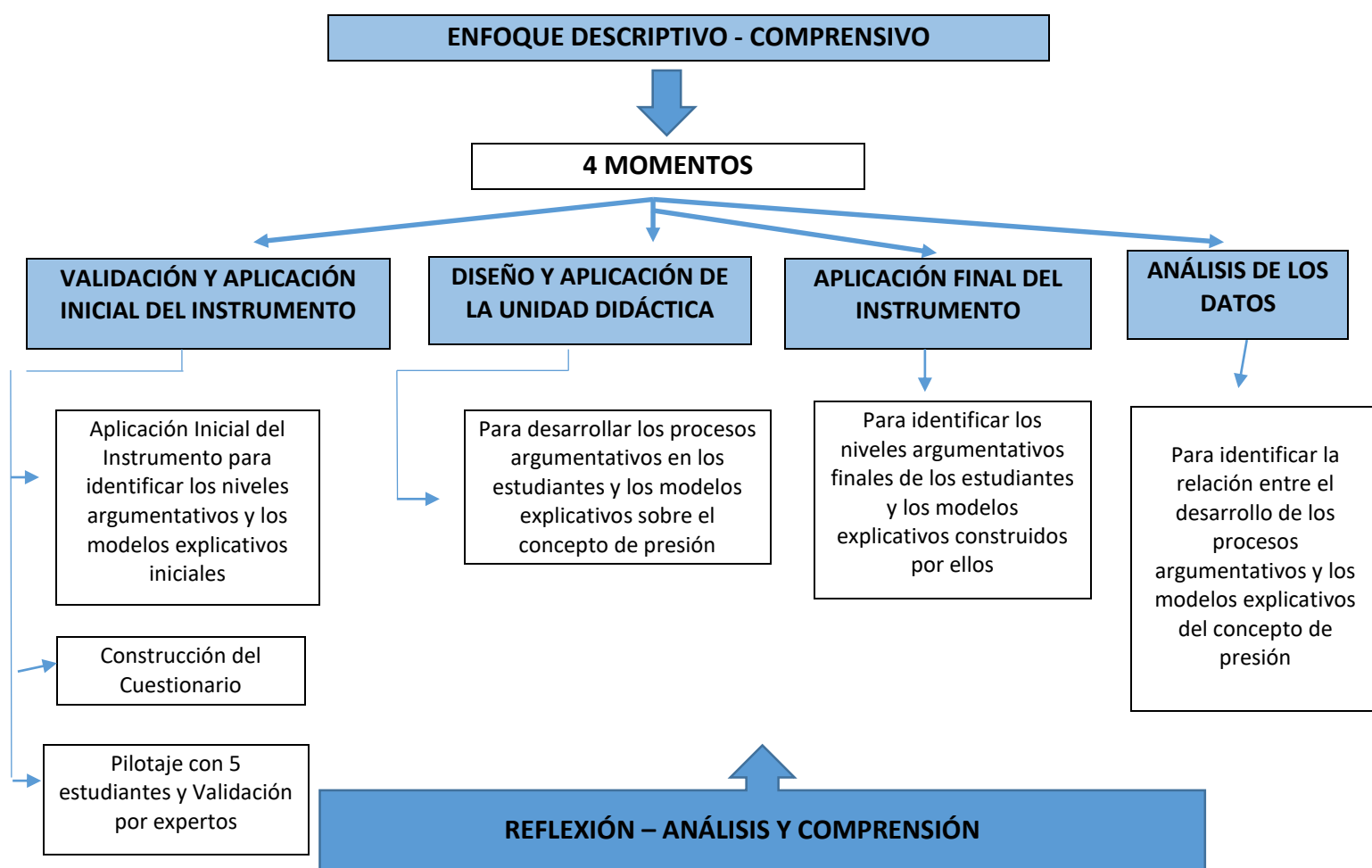
Este proyecto se enmarca en el paradigma cualitativo, ya que el interés está en “explicar y obtener un conocimiento profundo de un fenómeno a través de la obtención de datos extensos, narrativos y cualitativos” Martínez & Ochoa (2005). De igual manera, esta investigación presenta un carácter holístico ya que como dicen los autores mencionados anteriormente “mediante un trabajo comprensivo, se convierte en una búsqueda y esfuerzo por llegar a la naturaleza del objeto de estudio”. Y aunque en algunos momentos del proceso se lleva a cabo un análisis mixto de la información, el énfasis está en comprender la relación existente entre el desarrollo de los procesos argumentativos y los modelos explicativos que construyen los estudiantes, entendiendo el fenómeno educativo como el producto de diversas concepciones y prácticas que se dan en las relaciones humanas desde diferentes contextos.

Desde esta perspectiva, la interacción del investigador con el objeto de estudio permite la comprensión en profundidad del fenómeno estudiado, lo cual conlleva a la transformación de la práctica docente, desde la reflexión de todos los aspectos que intervienen en la práctica educativa cuando se enseña y se aprende las ciencias naturales para generar propuestas pertinentes en el contexto escolar.

El enfoque de esta investigación es el Descriptivo - Comprensivo ya que el fenómeno es evaluado dentro de su desarrollo natural y la información recogida se limita a las categorías de estudio sin definir o tener en cuenta otros elementos o fenómenos que se puedan desarrollar en el transcurso del estudio. Hernández, Fernández, y Baptista, (2010), ya que el interés está en describir y comprender el fenómeno a profundidad sin la pretensión de generalizar sino de comprender el fenómeno en sus particularidades. Como lo manifiestan estos autores, en este enfoque “se intenta dar sentido al fenómeno observado a partir de los datos obtenidos de los

estudiantes que participaron” (Hernández et al., 2010).

Para lograr los objetivos propuestos, la investigación se desarrollo en los siguientes momentos: Construcción del cuestionario, realización del pilotaje de este instrumento a 5 estudiantes, validación por expertos, Aplicación inicial del cuestionario a la totalidad de los estudiantes para identificar el estado inicial de los procesos argumentativos y de los modelos explicativos, construcción de la unidad didáctica, aplicación de la unidad didáctica, aplicación final del cuestionario para determinar el estado final de las dos categorías después de haber ejecutado la unidad didáctica, análisis de los datos obtenidos durante el desarrollo de la unidad didáctica.



Gráfica 1. Diseño de la Investigación

Unidad de Análisis: La relación y los posibles cambios que se pueden dar en esta relación cuando se identifican los niveles argumentativos de Toulmin (2007) explícitos en la Rejilla elaborada y validada por Ruiz (2013) y los modelos explicativos; Modelos emergentes desde la teoría y respuestas dadas por los estudiantes sobre el concepto de presión durante el desarrollo de la Unidad didáctica.

Unidad de trabajo: Está conformada por un grupo de 28 estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa Fabio Vásquez Botero del Municipio de Dosquebradas, quienes oscilan entre los 14 y 17 años. Estos estudiantes pertenecen a los estratos 1, 2 y 3 y viven en los barrios Limonar, los campestres a, b, c, d, la macarena, y algunos en bosques de la acuarela del Municipio de Dosquebradas.

4.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Cuestionario: El cuestionario diseñado y aplicado tuvo un proceso de validación por juicio de expertos, partiendo de las recomendaciones de los expertos se realizaron las modificaciones sugeridas para lograr que el instrumento cumpliera con el objetivo para el que fue diseñado. Fue validado con 5 estudiantes antes de ser aplicado a la totalidad de estudiantes, y de esta manera identificar y seleccionar las preguntas pertinentes para medir tanto el nivel de argumentación como el modelo utilizado para el concepto de presión. El cuestionario tanto inicial como final que se le aplicó a los estudiantes consta de 5 puntos, en los cuales se involucran una serie de preguntas que implican la argumentación del estudiante sobre el concepto de presión en diferentes situaciones; casos que fueron clasificados tanto en niveles argumentativos, como en un determinado modelo explicativo; con respecto a la rejilla de argumentación de 8 niveles elaborada por Ruiz (2013) en su Tesis Doctoral (Anexo 1) y de acuerdo a los modelos explicativos resultantes en la búsqueda bibliográfica y de las respuestas

de los mismos estudiantes (Anexo 2).

Unidad Didáctica: La unidad didáctica está enfocada principalmente a que el estudiante vaya incrementado sus niveles argumentativos conforme se desarrolle la implementación de la misma. Inicialmente se realizan algunas actividades introductorias de historia y epistemología acerca del concepto de presión para que el estudiante se vaya familiarizando con el tema. Luego se explican y diferencian algunos conceptos básicos de la ciencia de manera magistral, para luego sí entrar al momento de la multimodalidad donde el estudiante experimenta, observa videos y debate con sus compañeros las posturas planteadas por el profesor y desde la planeación de la unidad. La unidad didáctica planeada y ejecutada durante el proyecto consta de 7 sesiones, cada una con una duración de hora y media, dicha unidad se ejecutó en 3 semanas, y se compone de una serie de actividades para desarrollar los procesos argumentativos de los estudiantes al igual y brinda los espacios para que ellos construyan los modelos explicativos durante este proceso. En estas actividades de la unidad didáctica se recoge información de manera escrita y verbal para realizar el análisis comprensivo.

Grabaciones en Audio: el propósito de este instrumento de investigación cualitativa fue obtener de manera oral, las expresiones sobre la argumentación de los estudiantes durante el desarrollo de cada una de las actividades de la unidad didáctica, para identificar la evolución de sus procesos argumentativos y los modelos explicativos y la relación de estas dos categorías, con el fin de lograr interpretaciones fidedignas de los fenómenos objeto de estudio.

4.2 Procedimiento de recolección de información

La recolección sistemática de la información se realizó de acuerdo con los objetivos formulados en el proyecto, se realizó en 3 fases:

En la primera fase se le aplicó a los estudiantes un cuestionario inicial, el cual se compone de una serie de preguntas que implicaban que los estudiantes argumentaran cada caso relacionado con el concepto de presión, dichas preguntas fueron clasificadas tanto en niveles argumentativos, como en un determinado modelo explicativo con respecto a la rejilla de argumentación de 8 niveles elaborada por Ruiz (2013), (Anexo 1) y con los modelos explicativos resultantes de la bibliografía y de las respuestas de los mismos estudiantes (Anexo 2).

En la segunda fase, la información fue recogida por medio de la implementación de la unidad didáctica, la cual constaba de una serie de actividades, por medio de las cuales se iba recogiendo información de manera escrita, verbal y de manera gráfica de los estudiantes para su posterior análisis, con la ayuda de audio-grabaciones.

Finalmente, se realizó el cuestionario final, aplicado a los estudiantes al terminar la unidad didáctica, dicho cuestionario es el mismo cuestionario aplicado antes de iniciar la unidad didáctica, y se aplica con el fin de determinar los cambios que tuvieron los estudiantes, como insumo para realizar el análisis estableciendo la relación de las dos categorías (procesos argumentativos y modelos explicativos) en los estudiantes.

Durante el desarrollo de la unidad estudiada, los datos que se recogieron fueron los siguientes:

- Cuestionarios iniciales y finales aplicados a los 28 estudiantes
- Registro en audio de las sesiones de clase donde se evidencia la argumentación oral de los estudiantes
- Trabajos de los estudiantes como resultado de las actividades ejecutadas dentro de la unidad didáctica en cada uno de los momentos, donde se puede identificar los procesos de argumentación escrita en ellos.

4.3 Procedimiento de análisis de datos

El análisis de datos del presente proyecto siguió los siguientes pasos:

Análisis Descriptivo

Identificación y descripción de las respuestas tanto iniciales como finales que dieron los estudiantes tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final, para realizar el análisis descriptivo relacionando estos datos, de acuerdo al modelo argumentativo de Stephen Toulmin (2007) con la rejilla de argumentación de 8 niveles, elaborada por Ruiz (2013) en su Tesis Doctoral y los modelos explicativos emergentes y relacionados con la historia y evolución del concepto de presión y su epistemología teniendo en cuenta los criterios que formaban cada modelo. En este análisis se puede evidenciar la relación de estas dos categorías antes y después de ejecutar la unidad didáctica.

Análisis Comprensivo

El análisis comprensivo se realizó teniendo en cuenta los datos tanto orales como escritos recogidos en cada una de las actividades de la unidad didáctica, a dos estudiantes que mostraron alto interés en la investigación y en diferentes momentos expresaron sus argumentos cuando se discutía sobre alguna pregunta o un problema en particular, frente al concepto de presión, al igual que construyeron sus modelos explicativos frente a este concepto. De esta manera, se identificaron cambios tanto en los procesos argumentativos, como en los modelos explicativos, contrastando las respuestas de los estudiantes con la teoría y así establecer la relación de estas dos categorías cumpliendo los objetivos planteados en la investigación.

Al establecer la ruta de análisis de los datos, se deriva el proceso de triangulación, el cual se realizó a partir de los resultados de los cuestionarios aplicados en la etapa inicial y final, la unidad didáctica ejecutada y la teoría. Lo anterior se justifica en la necesidad de estudiar el

fenómeno de los procesos argumentativos y modelos explicativos en una práctica educativa reflexiva donde se planeó, se ejecutó y se evaluó todo el proceso educativo llevado a cabo.

5. Análisis e interpretación de la información

5.1 Análisis Descriptivo

5.1.1 Niveles Argumentativos: Cuestionario Inicial

Tomando como base el modelo argumentativo de Stephen Toulmin (2007) y la adaptación realizada por Ruiz (2013), quien propone una rejilla de 8 niveles argumentativos la cual está soportada sobre las bases conceptuales del mismo autor, se realizó el análisis de cada una de las respuestas que dieron los estudiantes en la primera etapa del proceso, antes de iniciar la aplicación de la unidad didáctica como referente de los saberes previos que tenían los estudiantes participantes en la investigación; y de acuerdo al instrumento de medición ya validado (Anexo 3).

A continuación se muestran los resultados de los niveles de argumentación de cada uno de los 28 estudiantes en cada una de los 5 casos presentados en el cuestionario, construido, validado y aplicado.

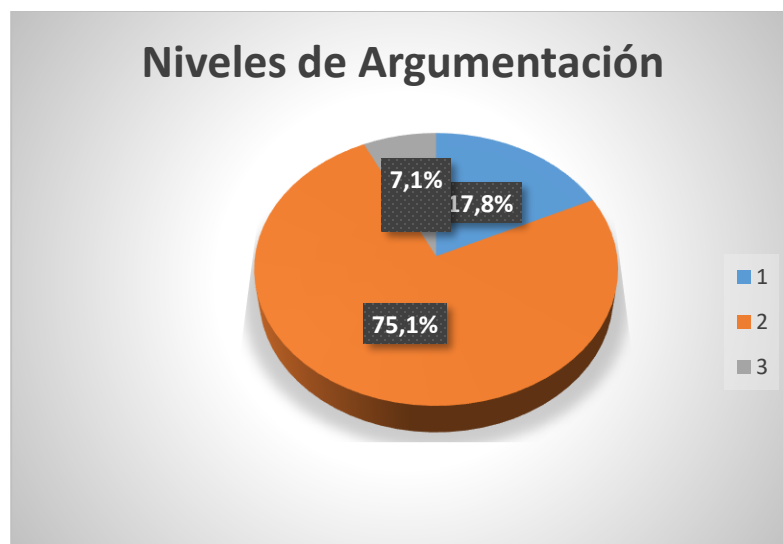
En la siguiente tabla se puede evidenciar la predominancia del nivel de argumentación de los estudiantes antes de ejecutar la unidad didáctica, donde los niveles 1 y 2 son los que prevalecen, teniendo en cuenta que el nivel 1 “Comprende argumentos que solo presentan una o más conclusiones o presentan datos” Ruiz (2013) donde el argumento se compone de Conclusión o dato y el nivel 2 como lo dice este mismo autor se refiere a “Aquellos Argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando poca o ninguna relación entre estos dos elementos” donde el argumento se compone de datos, 1 conclusión sin conexión.

En los resultados obtenidos en la aplicación de cuestionario inicial de medición de los niveles argumentativos se evidencia una tendencia de los estudiantes a responder en el nivel 2 de argumentación (75%) teniendo en cuenta el criterio de clasificación utilizado, en el cual, dan un dato a la pregunta propuesta y por lo general, hacen una conclusión sin ningún tipo de conexión con ese dato expuesto, ya sea con la pregunta, o con el argumento más cercano aceptado por la comunidad científica. Igualmente, otro 18% se encuentra en el nivel 1, evidenciando deficiencias en la competencia argumentativa, si se tiene en cuenta que el nivel 8 es el nivel mas alto de argumentación a alcanzar donde se evidencian “Argumentos en los que se identifican datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contra argumentos y cualificadores, con coherencia entre dichos elementos” lo cual no se ve reflejado en esta primera etapa del proceso, antes de ejecutar la unidad didáctica, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Porcentajes Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Inicial

Nivel	Número de Estudiantes	Porcentaje
Nivel 1	5	17,8
Nivel 2	21	75,1
Nivel 3	2	7,1



Gráfica 2. Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Inicial

5.1.2 Modelos Explicativos: Cuestionario Inicial

Partiendo del cuestionario descrito anteriormente, el cual estaba constituido por 5 casos relacionados con el concepto de presión, que le implicaba al estudiante además de demostrar su proceso argumentativo, construir un modelo explicativo desde este concepto de presión, se encontraron los siguientes datos para el análisis de los modelos explicativos, los cuales emergieron partiendo de aspectos como la historia y evolución del concepto de presión y su epistemología como tal, se analizaron teniendo en cuenta los criterios que formaba cada modelo (Anexo 2) y relacionando estos criterios con las respuestas de cada estudiante.

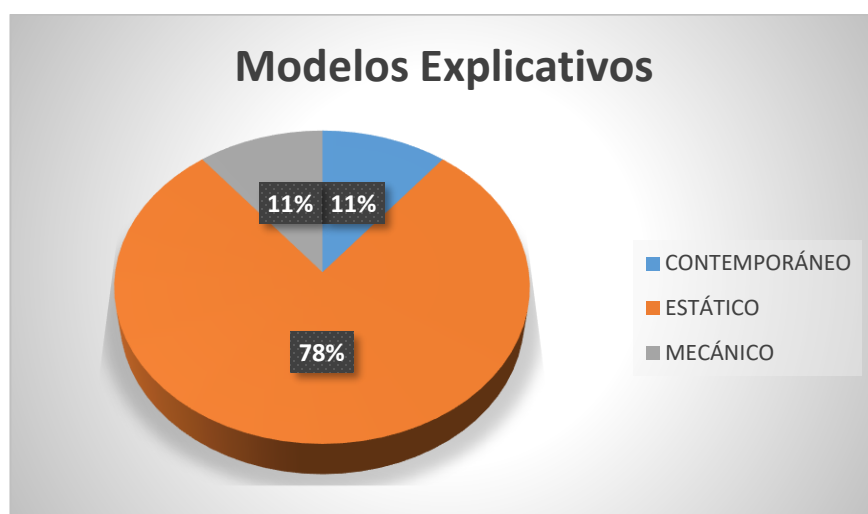
En los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario inicial de medición en la categoría de modelos explicativos se evidencia una tendencia de los estudiantes a ubicarse en el modelo explicativo estático, 78% de los estudiantes, este modelo está relacionado de manera directa con la poca o ninguna relación que encuentran los estudiantes entre el concepto de presión y otras variables. Igualmente está relacionado al poco conocimiento del concepto como tal o a las concepciones del sentido común. El 11% de los estudiantes se ubica en un modelo mecánico, en el que por lo general los estudiantes aducen que la presión es lo mismo que la

fuerza o que depende de algún material o situación especial, este último en caso de ocurrencia de un fenómeno natural.

Tabla 2.

Porcentajes Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Inicial

Modelo	Número de Estudiantes	Porcentaje
Contemporáneo	3	11%
Estático	22	78%
Mecánico	3	11%



Gráfica 3. Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Inicial

En la tabla 2 de los Resultados obtenidos en la prueba inicial con relación a los modelos explicativos se puede evidenciar la prevalencia de los estudiantes por el modelo explicativo estático del concepto de presión, ya que el 78% de los estudiantes construyeron ese modelo sobre el concepto, el otro 11% restante, construyó un modelo mecánico de presión y el otro 11% de los estudiante optó por el modelo Contemporáneo. Lo cual evidencia al iniciar al proceso que el

modelo Estático es el más utilizado por los estudiantes, el cual hace referencia a que “Los cambios causados por diferencia de presiones son raramente atribuidos a esta misma, no relaciona la presión con otras variables, se genera por un movimiento externo o situación externa no acorde” (Anexo 2) De igual manera este modelo se caracteriza por relacionar el concepto de presión desde el sentido común, por un movimiento externo o situación externa no acorde y no tiene en cuenta los cambios de presión. (Anexo 2).

Lo cual evidencia en la etapa inicial, que el modelo construido por los estudiantes tiene un claro distanciamiento con otros modelos mucho mas cercanos al concepto científico como el modelo contemporáneo, el cual tiene varios aspectos a tener en cuenta, mostrando un proceso elaborado con diferentes relaciones que parte del concepto de presión cuando en dicho modelo se plantea que “La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. Se relaciona de una forma específica con variables como la temperatura, el volumen y la altitud sobre el nivel del mar, entre otras” (Anexo 2), por lo tanto, se evidencia la necesidad de identificar durante la unidad didáctica como va evolucionando tanto los procesos argumentativos como la construcción del modelo explicativo del concepto de presión para establecer la relación e identificar los cambios que se generaron durante la aplicación de la unidad didáctica.

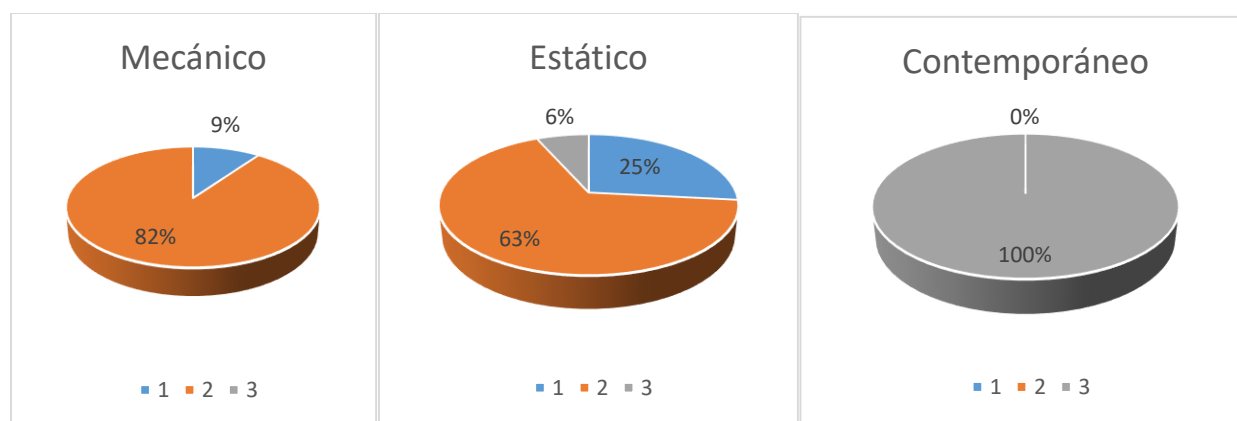
5.1.3 Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos: Cuestionario Inicial

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tanto en los niveles argumentativos de los estudiantes, como en la ubicación de cada estudiante en un modelo explicativo inicial relacionado con sus respectivos criterios, se puede hacer una relación entre estas dos categorías

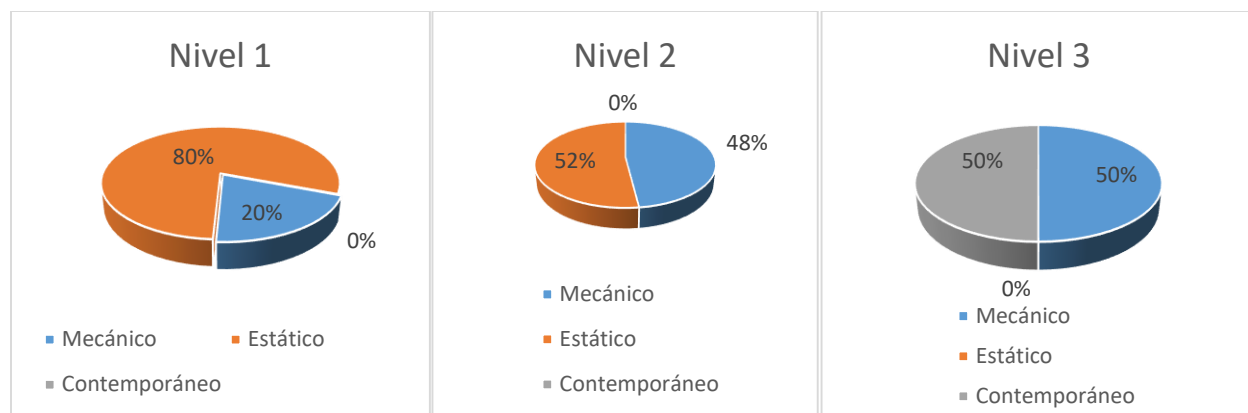
para este contexto en particular, a pesar de que muchos autores no encuentren relación alguna entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos. Tamayo (2017).

Se puede observar que cuando el estudiante tiene un nivel de argumentación 1 por lo general se ubica en un modelo explicativo estático, el cual está muy relacionado con la poca o ninguna relación del concepto de presión con otras variables o con la concepción del sentido común. Igualmente se puede observar que cuando el estudiante tiene un nivel argumentativo 2, éste se ubica ya sea en un modelo mecánico o estático, con una predominancia hacia el primero. Esto se debe a que el estudiante concibe la presión como una fuerza únicamente o que la presión depende de un material o fenómeno especial, por lo que alcanza a tener un dato y una conclusión que por lo general no tiene relación con tal concepto.

Por otra parte, el nivel argumentativo 3 que fue el máximo alcanzado en esta instancia se relaciona en mayor medida con concepciones del modelo contemporáneo, ya que la conclusión se relaciona con el dato y por lo general con el concepto mismo de presión, como se evidencia en los siguientes gráficos:



Gráfica 4. Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos – Cuestionario Inicial



Gráfica 5. Relación entre Modelos explicativos y Niveles argumentativos – Cuestionario Inicial

De lo anterior, se pudo identificar la necesidad de fortalecer en los estudiantes tanto los procesos argumentativos que se encuentran en el nivel 1, 2 y 3 según el modelo de Toulmin (2007) al igual que la constitución de los modelos explicativos de una manera articulada completa y relacionada por parte de los estudiantes, ya que los datos muestran argumentos básicos que deberían tener una mayor elaboración de acuerdo al nivel de escolaridad en el que ellos se encuentran, donde deberían manejar diversos elementos dentro de sus argumentos y en cuanto a los modelos explicativos se debería identificar la construcción de un modelo explicativo, donde se tengan en cuenta diversas variables del concepto de presión, lo cual no se evidencia en los estudiantes ya que prevalece un concepto definido en mayor medida por el sentido común.

5.1.4 Niveles Argumentativos: Cuestionario Final

Teniendo en cuenta la misma rejilla para los niveles argumentativos (Anexo 1) se aplicó el cuestionario final con el mismo instrumento de medición (Anexo 3) después de haber implementado la unidad didáctica (Anexo 4), con el fin de describir de manera grupal el

comportamiento del desarrollo de los procesos argumentativos con respecto al concepto de presión. En el análisis se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3

Resumen Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Final

ESTUDIANTE	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Promedio
1	Nivel 4	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 4
2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 3
3	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 6	Nivel 5
4	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3
5	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 3
6	Nivel 4	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2
7	Nivel 5	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 4
8	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
9	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2
10	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 4
11	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 3
12	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 5
13	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 2
14	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
15	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 4
16	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 3
17	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 5	Nivel 2	Nivel 3
18	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3

19	Nivel 1	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 4	Nivel 3
20	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
21	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 5
22	Nivel 4	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2
23	Nivel 2	Nivel 4	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2
24	N. A.	N. A.	N. A.	N.A.	N. A.	N. A.
25	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 4
26	Nivel 5	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2
27	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 4
28	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2

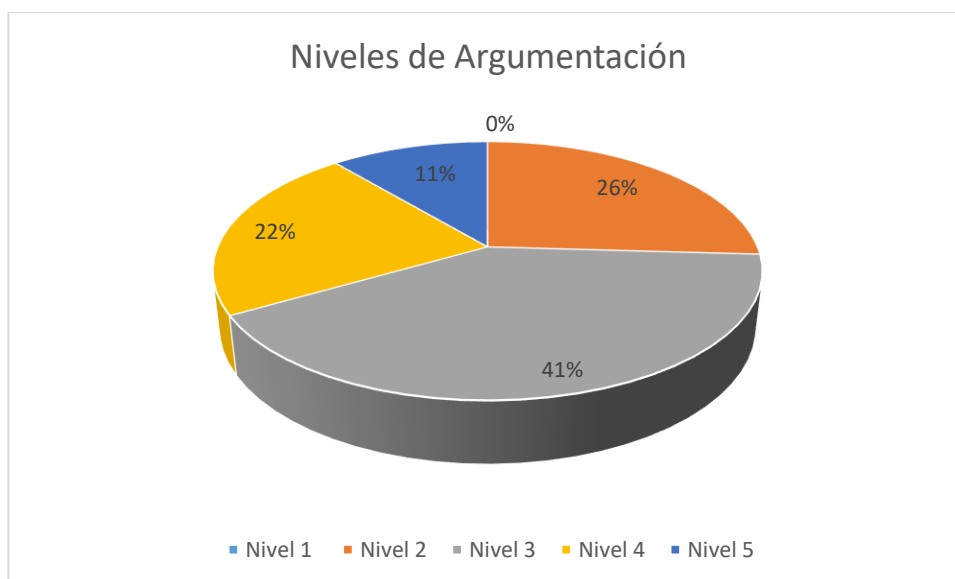
En los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario final después de haber ejecutado la unidad didáctica se evidencia que hubo un incremento en los niveles de argumentación por parte de los estudiantes, los cuales se ubicaron en gran medida en el nivel 3 (41%). Igualmente se observa que el 26% de los estudiantes se ubicaron en el nivel 2 y un 22% en el nivel 4 de argumentación. Otro dato relevante es que el nivel 1 de argumentación desapareció en esta instancia, lo que indica que los estudiantes dejaron de suministrar únicamente datos a sus respuestas, y entablaron una relación con sus hipótesis. El nivel 5 que relaciona una conclusión y una justificación con relación, se presenta en el 11% de los estudiantes en la etapa final, lo que indica que el diseño e implementación de la unidad didáctica tuvo una incidencia en el nivel de los procesos argumentativos de los estudiantes, ya que se paso de estar en un 75% en el nivel 2 de argumentación en el cuestionario inicial, a estar en el nivel 3 en un porcentaje del 41% de los estudiantes, lo cual corrobora el impacto que tuvo la unidad didáctica en esta categoría. De igual

manera, es fundamental tener en cuenta que en esta prueba final ya no hubo ningún estudiante en el nivel 1 de Argumentación, sino que quedaron distribuidos en los demás niveles alcanzando hasta el nivel 5, el cual no se presentó en el cuestionario inicial.

Tabla 4

Porcentajes Niveles de Argumentación de los Estudiantes – Cuestionario Final

Nivel	Número de Estudiantes	Porcentaje
Nivel 1	0	0
Nivel 2	7	25,9
Nivel 3	11	40,8
Nivel 4	6	22,2
Nivel 5	3	11,1



Gráfica 6. Niveles de Argumentación de los estudiantes – Cuestionario Final

5.1.5 Modelos Explicativos: Cuestionario Final

Los datos obtenidos en el cuestionario final para los modelos explicativos, surgen igualmente de los criterios que caracterizan cada modelo (Anexo 2), y se llevó a cabo un análisis similar al de la primera etapa, relacionando estos criterios con las respuestas de cada estudiante.

Tabla 5.

Criterios y Predominancia Modelos Explicativos – Cuestionario final

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Predominancia
1	9	6	9	2	9	CONTEMPORÁNEO (9)
2	9	9	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
3	2, 8	9	9	6	9	CONTEMPORÁNEO (9)
4	9	9	9	6, 8	9	CONTEMPORÁNEO (9)
5	2	9	8	8	9	MECÁNICO (8)
6	9	6	1	2	9	ESTÁTICO (2)
7	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
8	9	9	1, 2	9	4	CONTEMPORÁNEO (9)
9	9	9	1, 2	9	4	CONTEMPORÁNEO (9)
10	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
11	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
12	9	9	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
13	2, 9	1, 2	6	1, 2	2	ESTÁTICO (2)
14	9	6	9	8	9	CONTEMPORÁNEO (9)
15	9	9	8, 9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)

16	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
17	9	1, 2	2	9	4	ESTÁTICO (2)
18	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
19	2	9	1, 2	2	9	ESTÁTICO (2)
20	9	6	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
21	9	9	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)
22	9	6	8	9	2, 3	MECÁNICO (8)
23	2	9	1, 2	8	9	ESTÁTICO (2)
24	NA	NA	NA	NA	NA	NA
25	9	9	9	2	9	CONTEMPORÁNEO (9)
26	9	6	1, 2	2	2	ESTÁTICO (2)
27	9	6	9	9	4	CONTEMPORÁNEO (9)
28	9	6	9	8	4	MECÁNICO (8)

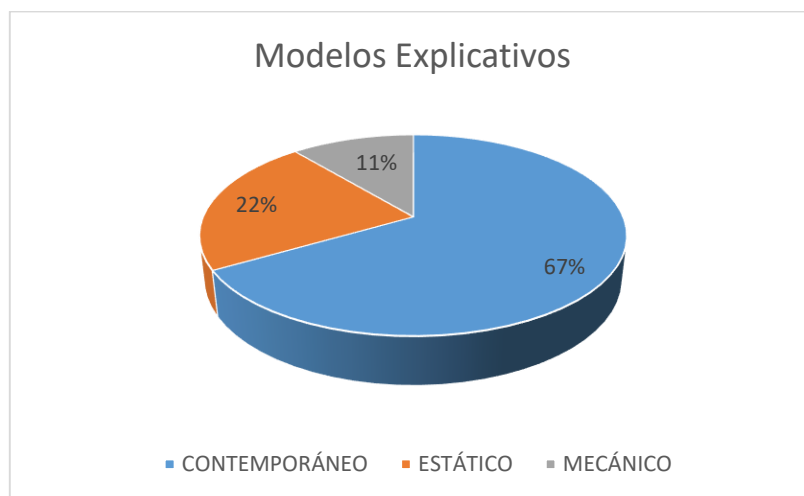
En estos resultados finales que se obtuvieron de la aplicación del cuestionario final después de ejecutar la unidad didáctica, se evidencia una tendencia de los estudiantes a ubicarse en el modelo contemporáneo (67%), el cual está basado en las concepciones que tiene la comunidad científica con respecto al concepto de presión. Esto indica que la unidad didáctica como tal fue de gran utilidad para el aprendizaje del concepto, sin embargo un 22% de los estudiantes siguieron ubicándose en el modelo estático, y un 11% en el modelo mecánico, lo cual indica que por medio de la ejecución de la unidad didáctica se pasó de estar en el modelo contemporáneo en la etapa inicial en un 11% de los estudiantes a un 67% de los estudiantes que construyeron este modelo al terminar la unidad didáctica, igualmente se debe tener en cuenta que no es suficiente con el diseño e implementación de la unidad didáctica que el total de los

estudiantes logren pasar de un modelo específico del concepto de presión, a la concepción contemporánea del mismo, por factores de diversa índole como el tiempo de ejecución de la unidad didáctica, entre otros aspectos, que permiten potenciar y afianzar estos procesos argumentativos por la totalidad de los estudiantes.

Tabla 6.

Porcentajes Modelos Explicativos de los Estudiantes – Cuestionario Final

Modelo	Cantidad	Porcentaje
CONTEMPORÁNEO	18	67%
ESTÁTICO	6	22%
MECÁNICO	3	11%



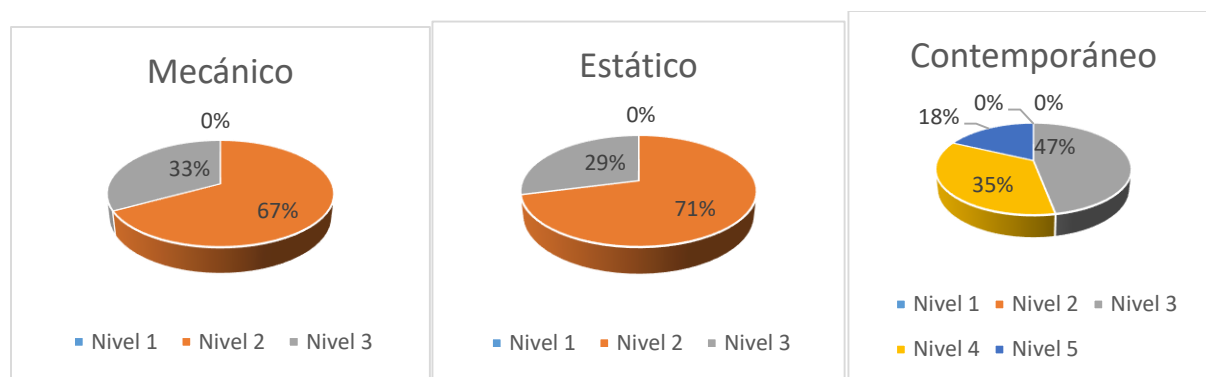
Gráfica 7. Modelos Explicativos de los estudiantes – Cuestionario Final

5.1.6 Relación entre los Niveles Argumentativos y los Modelos Explicativos:

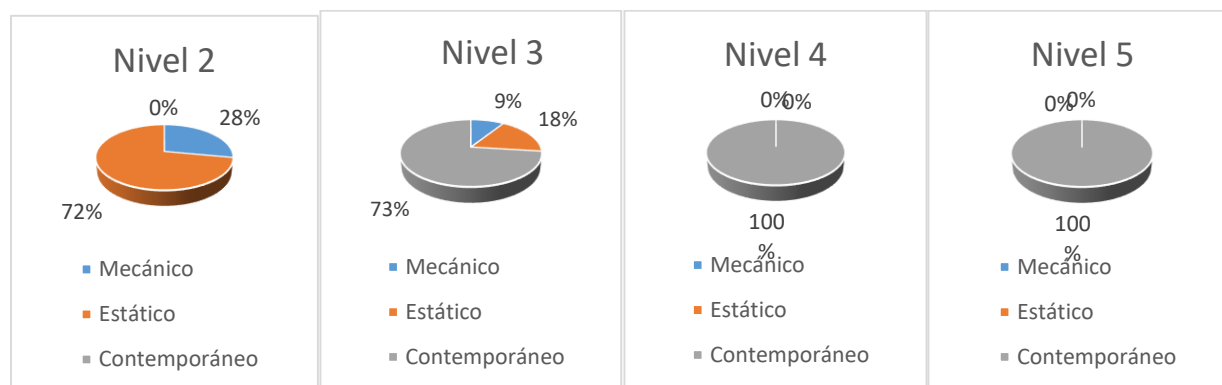
Cuestionario Final

Nuevamente teniendo en cuenta los resultados obtenidos tanto en los niveles argumentativos de los estudiantes, como en la ubicación de cada estudiante en un modelo explicativo en la etapa final del proceso, se volvieron a relacionar estas dos categorías para este contexto en particular y se logra observar una relación similar aunque con un nivel superior, en la cual, cuando el estudiante tiene un nivel de argumentación 2, por lo general, se ubica en un modelo explicativo estático, lo cual indica que se continua con el mismo modelo del concepto de presión pero arroja una conclusión sin relación, en su respuesta. Igualmente se puede observar que cuando el estudiante tiene un nivel argumentativo 3, por lo general se asocia con un modelo mecánico o estático, con una predominancia hacia el primero. Esto se debe a que el estudiante concibe la presión como una fuerza, variable que está relacionada directamente con este concepto, y con la cual alcanzan a realizar una conclusión que se relaciona con los datos expuestos.

Por otra parte, se evidencia que cuando los estudiantes lograron niveles argumentativos 4 y 5, este último nivel máximo alcanzado en la etapa final, obtuvieron un modelo contemporáneo del concepto de presión, es decir el más cercano al aceptado por la comunidad científica, Como se muestra en las siguientes gráficas y tablas:



Gráfica 8. Relación entre Modelos explicativos y Niveles argumentativos – Cuestionario Final



Gráfica 9. Relación entre Niveles Argumentativos y Modelos Explicativos – Cuestionario Final

Con respecto a la gráfica 9, se puede observar algo que presenta una situación similar. Los modelos estático y mecánico se encuentran ligados al nivel de argumentación 2, y cuando se va subiendo de nivel argumentativo se puede detallar que van disminuyendo la presencia de estos dos modelos hasta desaparecer totalmente, lo cual, conlleva a pensar en una relación directa entre las dos categorías (Niveles argumentativos y modelos explicativos). Ya que como se evidencia en los datos iniciales el modelo explicativo contemporáneo del concepto de presión solo estuvo presente en el nivel argumentativo 3 que fue el máximo nivel alcanzado por los estudiantes en la etapa inicial, mientras que en el cuestionario final el modelo explicativo contemporáneo estuvo presente en el nivel 3, 4 y 5 de argumentación, y donde en el último nivel (5) desaparecieron los

modelos explicativos mecánico y estático quedando un 100% el modelo explicativo contemporáneo en este nivel de argumentación. Lo que permite inferir que a mayor nivel de argumentación más se acercan los estudiantes al modelo contemporáneo, el cual hace referencia a “relacionar el concepto de presión con otras variables de manera científica” (Anexo 2)

5.2 Análisis Comprensivo

El análisis comprensivo se realizó teniendo en cuenta los datos recolectados tanto de los respuestas de los cuestionarios aplicados antes de aplicar la unidad didáctica y al finalizarla, como de cada una las actividades planeadas y ejecutadas en la unidad didáctica.

Se recogieron datos de 2 estudiantes que mostraron alto interés en la investigación y evidenciaron la evolución de sus procesos argumentativos y modelos explicativos en las diferentes repuestas planteadas y en las actividades de la unidad didáctica, para poder realizar la respectiva triangulación que lleva a un análisis comprensivo de la investigación. Para esto se tomaron diferentes datos, en distintos momentos durante la implementación de la unidad didáctica, algunos de estos episodios argumentativos se realizaron de manera escrita y otros de forma oral, mientras los estudiantes discutían sobre una pregunta o problema particular, algunos casos que se mencionan a continuación en el análisis de comprensivo de los datos relacionando la teoría con los datos encontrados.

La dinámica de las respuestas de los estudiantes desde el cuestionario inicial hasta el cuestionario final, demuestran la evolución que la competencia argumentativa de ellos, se evidencia un paso del nivel 1 de argumentación al nivel 5, ya que inicialmente los argumentos que ellos planteaban estaban basados en la presentación de una o mas conclusiones como se demuestra en una respuesta a la pregunta ¿Porque los alimentos calentados en una olla pitadora se demoran menos tiempo en estar cocinados que en otro tipo de ollas, si la temperatura de la

estufa es la misma?. Pregunta Perteneciente al cuestionario inicial, donde el estudiante se ubica en el nivel 1 de argumentación ya que responde lo siguiente: “Gracias a que una olla pitadora tiene más presión que otras ollas normales”. En esta respuesta se refleja el planteamiento de un argumento simple ya que como lo plantea Ruiz (2017) en la rejilla de argumentación, este tipo de argumentos solo presentan conclusión o dato, donde la afirmación “una olla pitadora tiene más presión que otras ollas normales” es el dato y no se identifican datos complementarios, ni conclusiones que amplíen esta idea, de igual manera no hay justificaciones frente a la postura de este estudiante, y de igual manera carece del establecimiento de relaciones con otro conceptos como ocurre con otros niveles de argumentación.

De igual manera, no se evidencia relación de este argumento con otros argumentos u otros datos presentados con relación al concepto de presión o a la situación establecida en la pregunta. Al finalizar la aplicación de la unidad didáctica, ya se evidencian argumentos más elaborados con relación a los argumentos iniciales planteados por ellos mismos, ya que a preguntas planteadas como: ¿Explique la razón por la cual una persona se hunde menos en la nieve si utiliza esquíes? el estudiante 7 responde: “Porque la relación entre fuerza y área es muy pequeña, porque la fuerza se reparte en toda el área” siendo la expresión “la relación entre fuerza y área” es el dato, “es muy pequeña” es la conclusión y “porque la fuerza se reparte en toda el área” es la justificación donde se evidencia en ella, una relación con los elementos anteriores como fuerza y área.

La estudiante 25 contesta: “Porque al utilizar esquíes el área presionada es mayor donde recae la presión, abarcando más área y haciendo que el peso se reparta en toda esta”. Respuesta donde se evidencia un nivel 5 de argumentación, con los siguientes elementos:

Dato: Al utilizar esquíes. Conclusión: el área presionada es mayor donde recae la presión,

Justificación: abarcando más área , haciendo que el peso se reparta en toda esta

Identificando así dentro de la justificación de esta estudiante la relación de elementos anteriores como área y peso.

Estas respuestas evidencian el alcance de estos estudiantes a un nivel 5 de argumentación, ya que estos argumentos demuestran unos datos claros donde establecen una conclusión frente a la situación y relacionan conceptos como área, fuerza, presión y peso, lo que no se evidenciaba en las respuestas iniciales de los estudiantes, lo que conlleva a concluir que por medio de la participación de ellos en la unidad didáctica y de las actividades desarrolladas en ellas, sus argumentos tuvieron unos cambios que conllevaron a enriquecer cada vez más sus planteamientos frente a cada una de las situaciones establecidas.

El avance de esta competencia también se ve reflejada en las siguientes respuestas iniciales de los estudiantes frente a la pregunta: Si se va en un viaje en carro desde Bogotá hacia la costa y llevo un balón inflado, ¿A que se debe que cuando llego a mi destino el balón está desinflado? Donde ellos inicialmente respondían: “A mi pensar, esto se debe a que el balón va guardado en el carro durante mucho tiempo, y así se juntan el calor del carro mas el del sol” donde el dato que presenta es: “el balón va guardado en el carro durante mucho tiempo” y la conclusión sin conexión es “así se juntan el calor del carro mas el del sol”. Evidenciándose en esta respuesta de este estudiante un nivel 2 de argumentación.

La otra estudiante a la misma pregunta expresa: “Por que Bogotá esta mas arriba del nivel del mar entonces es más la presión y la costa está igual del nivel del mar entonces lo que pasa es que el cambio de presión hace que se desinfe el balón” ubicándose en un nivel 3, ya que sus argumentos estaban constituidos de datos, y conclusiones estableciendo alguna relación entre ellas. Siendo el dato el siguiente: “Por que Bogotá esta mas arriba del nivel del mar”. Y La

conclusión es “entonces es más la presión y la costa está igual del nivel del mar entonces lo que pasa es que el cambio de presión hace que se desinfle el balón” donde en la conclusión se evidencia una relación fuerte con el dato.

Mientras que en sus respuestas finales frente a esta misma pregunta mencionaban que este cambio en el balón se debía: “A que la presión atmosférica es menor en Bogotá y en la costa es mayor, esto hace que le balón se desinfle un poco al aumentar la presión atmosférica” expresión que tiene los siguientes elementos: Dato: la presión atmosférica es menor en Bogotá y en la costa es mayor. Conclusión: esto hace que le balón se desinfle un poco. Justificación: al aumentar la presión atmosférica. Alcanzando este estudiante un nivel 4 de argumentación.

La otra estudiante sobre la misma pregunta respondió: “Se debe al cambio que hay en la presión, ya que en Bogotá hay menos presión que en la costa, en la costa hay más aire por lo tanto hay más presión” alcanzando con esta respuesta un nivel 5 de argumentación, ya que su argumento incluía datos (se debe al cambio que hay en la presión), conclusión (ya que en Bogotá hay menos presión que en la costa) y justificación (en la costa hay más aire por lo tanto hay más presión), lo cual se evidencia cuando se refieren a las causas o consecuencias de la situación planteada, relacionando elementos como el cambio, la presión atmosférica, y aire, evidenciándose así, unos argumentos mas elaborados y completos que los inicialmente manifestados por ellos en las preguntas del cuestionario.

En la pregunta Número 2 del cuestionario, también se refleja de manera clara, el aumento de la competencia argumentativa en la estudiante 25 ya que ante la pregunta “Si se va a cortar una papa 1 con un cuchillo afilado y otra papa 2 con un material plano, realizando la misma fuerza sobre ellas, ¿cuál papa recibe más presión?” la estudiante inicialmente contesta “Se hace más presión con el material plano porque si se hace con el material plano se corta solo explota

por presión en cambio el cuchillo esta afilado y no necesita casi presión” obteniendo un nivel 2 de argumentación, donde el dato es: Se hace más presión con el material plano. La conclusión sin conexión es: porque si se hace con el material plano se corta solo explota por presión, en cambio el cuchillo esta afilado y no necesita casi presión.

Mientras que a la misma pregunta en la etapa final del proceso, la estudiante alcanza un nivel 5 y cambia su respuesta afirmando: “La papa número 1, ya que el área que es presionada es mayor que el área del cuchillo, haciendo que la presión aumente”, siendo el dato: La papa número 1. La conclusión: ya que el área que es presionada es mayor que el área del cuchillo. Y la justificación: haciendo que la presión aumente. Aquí se evidencia la relación de conceptos como presión y área, al igual que los dos elementos (cuchillo y papa) logrando justificar su respuesta.

En cuanto a la evolución de los modelos o concepción de presión en los estudiantes, desde la aplicación del cuestionario en la etapa inicial y final, se puede identificar que en dos de las 5 preguntas del cuestionario se pasó del modelo Mecánico al modelo Contemporáneo de presión, en los dos estudiantes analizados lo cual se evidencia en la pregunta 2, cuando se le plantea al estudiante 25 que “Si se va a cortar una papa 1 con un cuchillo afilado y otra papa 2 con un material plano, realizando la misma fuerza sobre ellas, ¿cuál papa recibe más presión? El responde: “Se hace mas presión con el material plano porque si se hace con el material plano se corta solo explota por presión en cambio el cuchillo esta afilado y no necesita casi presión” ubicándose en el modelo estático, y mecánico, en la etapa inicial, ya que no relaciona el modelo con otras variables, da una respuesta desde el sentido común. De de igual manera, hace referencia a que la presión depende de la forma del material del cuchillo y por tal motivo manifiesta características del modelo mecánico. Mientras que al final de la unidad didáctica

frente a la misma pregunta manifiesta que “La papa número 1, ya que el área que es presionada es mayor que el área del cuchillo, haciendo que la presión aumente” construyendo un modelo contemporáneo, donde se presenta la relación del concepto de presión con otras variables de manera científica, ya que incluye conceptos como área y presión y su respuesta cambia notoriamente.

Esta misma situación se evidenció en el estudiante 7 pero en la pregunta número 3 “Explique la razón por la cual una persona se hunde menos en la nieve si utiliza esquís” él inicialmente construye el modelo Mecánico de presión cuando manifiesta que “Yo creo que es gracias a que los esquís fueron hechos para deslizarse en la nieve, y la persona no pisa la nieve con los esquís, y se mantiene estable” y en la etapa final construye el modelo contemporáneo manifestando: “Porque la relación entre fuerza y área es muy pequeña, porque la fuerza se reparte en toda el área” desde estas dos respuestas del estudiante, se puede identificar los cambios en los modelos explicativos ya que al final ya habla sobre la proyección y dirección de la fuerza, al igual que habla del área, elementos que no contemplaba en sus respuestas iniciales antes de comenzar la unidad didáctica.

Así mismo, se puede concluir que en la medida que se avanzaba en la aplicación de la unidad didáctica y se incrementaba el nivel de argumentación de los estudiantes el modelo explicativo se iba transformando llegando en su etapa final a la construcción en mayor medida del modelo contemporáneo, logrando consolidarse este modelo, desde las respuestas de los estudiantes en 8 ocasiones, de 10 situaciones planteadas en total, a estos dos estudiantes analizados.

Con relación al desarrollo de la unidad didáctica, La estudiante 7 y el estudiante 25 durante una actividad donde el tema central se generaba a partir de una lectura breve de la historia del concepto de presión, a las siguientes preguntas, construyeron los siguientes argumentos:

“Pregunta 1: Según el texto argumente ¿qué relación existe entre el concepto de vacío con el concepto de presión?” la estudiante respondió en un texto escrito lo siguiente: *“Yo pienso que la relación que existe es que muchos pensadores como Parménides, decían que para que el movimiento existiera el espacio debería estar vacío y por ejemplo para Empédocles el movimiento puede existir sin suponer que el espacio esté vacío y por tal razón puede existir la presión tanto en el vacío como fuera de él”*. (Estudiante 7)

“Que al principio ellos pensaban que la presión no existía porque todo los que nos rodeaba era vacío, pero después Pascal demostró que la presión si existía y que con ella se podía crear el vacío”. (Estudiante 25)

De igual manera a la pregunta 2: “Explique ¿qué diferencia hay entre la concepción de presión explicada desde Aristóteles y desde Descartes?” los estudiantes respondieron en su texto escrito lo siguiente: *“El texto dice afirmar que tanto Aristóteles como Descartes pesaban que el vacío no existía, pero se diferenciaban en que Descartes pensaba que el mundo estaba compuesto por una sustancia continua y por lo tanto el vacío es extensión de la materia”*. (Estudiante 7) *“Que Aristóteles pensaba que el vacío no existía y Descartes pensaba igual, pero no con el mismo argumento de Aristóteles. Él decía que el mundo está compuesto por una sola sustancia continua (La extensión), que es el elemento constituido tanto del espacio como de la materia, y por lo tanto el vacío es extensión de la materia y no existe”*. (Estudiante 25)

A la pregunta 3: ¿Qué científico considera que obtuvo mayor importancia al momento de construir el concepto de presión? Argumente por qué. Ellos respondieron lo siguiente, en su argumentación oral: *“Para mí fue Torricelli quien tuvo más importancia, porque fue el primero en hacer un experimento exitoso, que fue el experimento de un tubo abierto lleno*

de mercurio, y aquel experimento funcionó, porque este experimento logró demostrar la existencia del vacío además de comprobar que el aire posee peso”. (Estudiante 7)

“Torricelli porque demostró la existencia del vacío, además de demostrar que el aire posee peso”. (Estudiante 25)

A la pregunta 4: ¿Considera usted que el aire tiene peso? Argumente su respuesta. Ellos respondieron oralmente: *“Yo creo que el aire si tiene peso, porque está formado por moléculas de nitrógeno y oxígeno, los gases tienen sus moléculas muy alejadas unas de otras y tienen una densidad pequeña, esto hace que no seamos conscientes de su peso”.(Estudiante 7)* *“Yo pienso que el aire si tiene peso, porque él puede dañar ramas, árboles, etc, y entonces como el aire puede destruir estas cosas, esto demuestra que si tiene peso y fuerza suficiente”. (Estudiante 25)*

De lo anterior, se pueden ubicar a los estudiantes en los diferentes niveles de argumentación, según sus respuestas frente al concepto de presión, de la siguiente manera:

Tabla 7.

Niveles argumentativos actividad 1

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Promedio
7	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 4
Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Promedio
25	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 5	Nivel 4

Se puede evidenciar un promedio en el nivel de argumentación 4, donde se evidencian “Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, brinda una o más conclusiones y al menos una justificación que intenta relacionar los elementos anteriores” (Anexo 2) ya que cuando responden a las preguntas 1 y 2 sus argumentos se componen de datos, conclusión y justificación, lo cual se relaciona con lo planteado por Parodi & Nuñez (1999) cuando manifiestan que un texto argumentativo debe organizar la información en tres componentes: Introducción o tesis, cuerpo argumentativo y conclusión, elementos que se evidencian en los argumentos de estos estudiante, al igual que se relaciona con elementos propuestos por Toulmin (2007) cuando afirma que un argumento es válido si se desprende de premisas como, dato, garantía, conclusión, y sustento, entre otras.

Se debe tener en cuenta, que para esta actividad los estudiantes tenían un resumen de la historia del concepto de presión y les ayudaba a encontrar los datos más fácilmente, sin embargo se logra evidenciar que estos estudiantes lograban sacar conclusiones y justificar alguna razón del hecho científico en particular, ubicándose en un nivel 4 de argumentación para esta actividad.

Siguiendo el desarrollo de esta misma actividad, con relación al modelo explicativo construido por ellos, se encuentra lo siguiente:

Tabla 8. *Modelos explicativos actividad 1*

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Predominancia
7	9	9	4, 9	4, 9	CONTEMPORÁNEO (9)
Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Predominancia
25	9	9	2, 4	6, 9	CONTEMPORÁNEO (9)

La tendencia que tiene estos estudiantes es claramente hacia las explicaciones basadas en el modelo contemporáneo del concepto de presión, el cual se refiere a “Relacionar el concepto de presión con otras variables de manera científica” y en sus respuestas retoma elementos como “la temperatura, el volumen” que hacen parte de este modelo (Anexo 2). Además se expresan en un lenguaje científico, dando respuestas con base en la razón de los hechos comprobados por diferentes investigadores de las ciencias naturales.

Esta tendencia comparada con el nivel argumentativo que presentan, resulta similar al análisis descriptivo presentado en la etapa 2 por una gran parte del grupo, evidenciando una relación entre las dos categorías.

Siguiendo con los mismos estudiantes pero en el desarrollo de otra actividad donde se partía de la observación de videos explicativos sobre el concepto de presión, se realizaron las siguientes preguntas, obteniendo las siguientes respuestas de los estudiantes:

1. “Explique con sus palabras que es la presión atmosférica. En su argumentación escrita los estudiantes dijeron: *“Es aquella presión que ejerce el aire en cualquier punto de la atmósfera, es la fuerza por unidad de área que ejerce el aire sobre la superficie terrestre”*. (Estudiante 7) *“La presión atmosférica es aquella que ejerce el aire sobre la tierra, es decir el peso del aire y se presenta en cualquier punto de la atmósfera”*. (Estudiante 25)

Pregunta 2: “Explique la relación entre la presión y las variables de las cuales depende. Realice un dibujo explicativo. Sus argumentaciones escritas y gráficas fueron las siguientes: *“La presión es la fuerza por unidad de área aplicada sobre un cuerpo en la dirección perpendicular a su superficie. También depende de la altura sobre el nivel del mar, de la temperatura y del volumen de la sustancia”*. (Estudiante

7) “La presión es la fuerza que se ejerce sobre un área determinada, entre mayor sea el área de aplicación menor presión va a haber, y cuando un objeto es muy puntudo más presión va a tener (Estudiante 25)

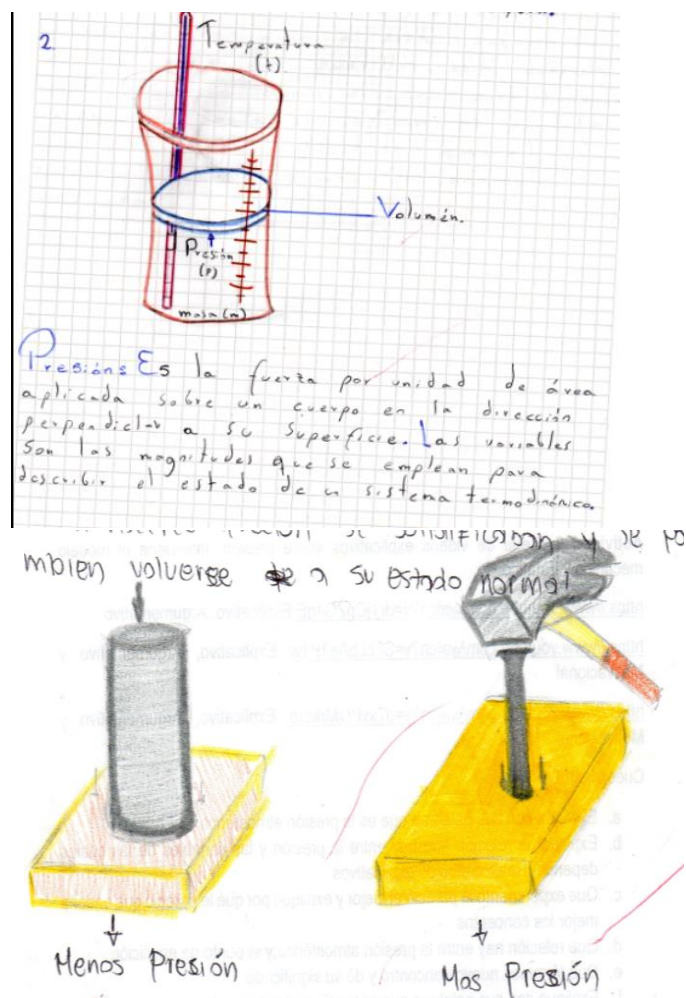


Figura 5. Variables que afectan la presión, planteadas por estudiantes 7 y 25

Aunque la imágenes anteriores no son argumentos de tipo escrito, van acompañadas de las respuestas escritas de los estudiantes, y son una argumentación gráfica que se puede interpretar por los elementos que tienen y por lo que que los estudiantes expresan en ellas. En la primera imagen el estudiante relaciona la presión, el volumen y la temperatura y se da cuenta que cuando cambia una variable de éstas, las otras también cambian, por ejemplo cuando el volumen

disminuye la presión aumenta. Por lo tanto, se puede afirmar que este estudiante está alcanzando el nivel 5 de argumentación ya que en su argumentación gráfica relaciona los conceptos mencionados anteriormente y desde allí puede justificar su respuesta, enriqueciendo el vocabulario científico que utiliza en las respuestas escritas que acompañan a la imagen.

La segunda estudiante también logra dicho nivel, ya que relaciona la presión con el área, entre menos área de contacto hay mas presión y viceversa, lo cual también conlleva a concluir que gracias a esta relación que establece del concepto de presión presenta los datos y concluye en su respuesta.

Pregunta 3: “Qué experimento le pareció el mejor y explique por qué le pareció que es el que mejor enseña los conceptos. Ellos respondieron en su argumentación escrita y oral: *“El video mejor explicado es el de la puntilla, en el cual nos decía que al ejercer presión en un área grande, no se obtenía el resultado deseado; mientras que con la puntilla al ser puntuda en su parte inferior y tener poca área, genera más presión y se obtiene el resultado deseado”*. (Estudiante 7) *Me gustó más el segundo experimento, en el cual mezclaron harina y agua obteniendo un fluido no newtoniano, y cuando se ejercía presión sobre él se solidificaba, mientras que si no se le hacía presión volvía a verse la mezcla líquida* (Estudiante 25)

Pregunta 4: “Qué relación hay entre la presión atmosférica y el punto de ebullición”. A lo que los estudiantes respondieron de manera escrita lo siguiente *“A nivel del mar la presión atmosférica es de 1 atmósfera y el agua en este caso hierve a 100 grados centígrados. Pero a alturas más elevadas, como la presión atmosférica es menor, el punto de ebullición de una sustancia también será menor, por ejemplo a 5500 metros*

sobre el nivel del mar, donde la presión atmosférica es de solo 0,5 atmósferas el agua hierve a 80 grados centígrados". (Estudiante 7) El punto de ebullición de un líquido es la temperatura a la cual la presión del vapor que ejerce ese líquido iguala a la presión atmosférica. (Estudiante 25)

Los Niveles de argumentación alcanzados por los estudiantes en cada una de las preguntas, se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Niveles argumentativos actividad 3

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Promedio
7	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 4
Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Promedio
25	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 4

Analizando las respuestas de estos estudiantes se puede evidenciar que esta fue una de las actividades que más impacto generó en los estudiantes, ya que podían realmente observar con mas cercanía y claridad, mediante experimentos y fenómenos reales que el concepto de presión es un fenómeno natural presente en muchas situaciones de nuestro planeta y que realmente existe, así muchas veces no se perciba directamente con los sentidos. Con la aplicación de esta actividad los niveles argumentativos de cada estudiante tienen una tendencia a incrementar, debido a que se le presenta la existencia del fenómeno con los videos de hechos reales y esto se evidencia en el tipo de argumentos mas elaborados que construyen los estudiantes alcanzando un nivel 4 de

argumentación. utilizando más variables del concepto de presión y en el cuerpo de la argumentación ya que “se exponen las ideas y las formulaciones derivadas de la hipótesis, los argumentos demostrativos, la refutación de objeciones y, finalmente, se confirma la postura sostenida por el autor” Parody & Nuñez (1999) Lo cual se ve reflejado en los argumentos de los estudiantes, los cuales se identifican datos con claridad, se plantea una justificación relacionando varios elementos en ellas. Ruiz (2017)

Al analizar en esta misma actividad los modelos explicativos, se encontró lo siguiente:

Tabla 10.

Modelos explicativos actividad 3

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Predominancia
7	9	9	6, 9	9	CONTEMPORÁNEO (9)

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Predominancia
25	9	9	9	9	CONTEMPORÁNEO (9)

En esta instancia de la aplicación de la unidad didáctica, se evidencia que el modelo estático va desapareciendo del pensamiento de los estudiantes, eliminando ideas como “No relacionar el concepto de presión con otras variables, Relacionar el concepto de presión desde el sentido común, por un movimiento externo o situación externa no acorde, y no tener en cuenta los cambios de presión” (Anexo 2) ya que por lo general están relacionando la presión con otras variables, y de manera científica casi siempre; a pesar de que se presenta una dificultad en ellos para lograr una refutación de las concepciones de la misma comunidad científica.

En otras actividades acerca del modelo explicativo, donde los estudiantes debían debatir en grupos de 4 con que respuesta se inclinaban más, y mediante argumentos sostener su posición.

Para la pregunta número uno que habla del balón que se desinfla al ir desde Bogotá hasta la costa los estudiantes 7 y 25 se deciden por la respuesta 2 argumentando: *“Porque si vamos hacia la costa la altitud cambia, Bogotá es un punto más alto y a causa de la variación de presión el balón pierde aire por eso pues, al llegar al destino nos podríamos dar cuenta que el balón está desinflado, pero es por eso, por el cambio de la altitud”* (Estudiante 7) *“El balón en el viaje se desinfla por el clima, porque la presión sube y a causa de esto se desinfla”*.

(Estudiante 25). En la segunda pregunta que tiene que ver con el corte de la papa con un material plano o con un cuchillo afilado escogen la respuesta 1 y argumentan oralmente que: *“La primera porque con el filo del cuchillo que tiene un área de contacto menor, se cortarían mejor las papas, realizando menos fuerza sobre ellas”* (Estudiante 7) *“Porque el área presionada es mayor a la superficie cortante, haciendo que se acumule más fuerza y corte más fácil”*.(Estudiante 25).

Para la pregunta de la persona que no se hunde en la nieve por la utilización de esquís escogieron la respuesta 2 argumentando oralmente: *“Ya que los esquís tienen mayor área de contacto con la nieve, estos ejercen más resistencia, ayudando a la persona a desplazarse”*.(Estudiante 7) *“Porque al usar esquís hay más superficie donde apoyar los pies y no se ejercería mucha presión, por lo tanto no se hunde la persona que los utilice”*.

(Estudiante 25). En la cuarta pregunta que afirma que los alimentos se cocinan más rápido en una olla sometida a presión, ellos escogen la respuesta uno y argumentan de manera oral:

“Porque a la pitadora le queda el aire acumulado, aumentado la temperatura y de esta forma hacer que los alimentos se cocinen más rápido”.(Estudiante 7) *“Una olla a presión es como cualquier otro recipiente para cocinar, pero su tapa es especial y le permite cerrarse de forma*

hermética, cuando se calienta agua en su interior esta hierve y el vapor generado no puede escapar del recipiente, de modo que se queda en el interior y comienza a generar presión. Bajo presión la temperatura de cocción es mucho mayor que en condiciones normales, mayor que el punto de ebullición del agua, que es 100 grados centígrados, cierto?; y por tanto la comida se cocina con mayor rapidez reduciendo el tiempo de cocción”. (Estudiante 25) Para la quinta pregunta que cuestiona en que tanque sale con mayor velocidad el agua, ellos escogen el que está más lleno argumentando oralmente: *“El que está más lleno porque el agua está ejerciendo más fuerza hacia abajo, en cambio el que está menos lleno, ejerce menos fuerza, al haber más fuerza, existirá más presión y aumentará la velocidad de salida del tanque”.*(Estudiante 7) *“Porque el agua ejerce presión hacia abajo haciendo que el agua salga más rápido”.* (Estudiante 25)

Resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Niveles argumentativos actividad 4

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Promedio
7	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 4
Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Promedio
25	Nivel 4	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 5	Nivel 3	Nivel 4

En esta actividad se evidencia que los estudiantes han mejorado en términos globales la manera de argumentar con respecto a las explicaciones dadas al inicio de la aplicación del instrumento de medición en su primera etapa. Sin embargo, mantienen los argumentos en los que ofrecen una conclusión con relación o una justificación de acuerdo al modelo de Toulmin (2007)

Tabla 12.

Modelos explicativos actividad 4

Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Predominancia
7	9	6, 9	9	2,8	9	Contemporáneo (9)
Estudiante	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Predominancia
25	2	9	9	9	4, 9	Contemporáneo (9)

Se puede observar, que la predominancia que tienen los estudiantes en esta actividad, es a escoger la respuesta con la explicación más cercana al modelo contemporáneo y dejar de lado las respuestas orientadas hacia el sentido común. En cuanto a los argumentos, también tratan en gran medida de utilizar términos de las ciencias naturales y relacionarlos correctamente.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en relación con cada uno de los objetivos específicos formulados en esta investigación se concluyen los siguientes aspectos:

El desarrollo de los procesos argumentativos en los estudiantes del grado décimo tuvo una mejoría en términos generales, al desarrollar este proyecto mediante la unidad didáctica planeada y ejecutada, ya que en un estado inicial los estudiantes se encontraban en un nivel 2 de argumentación (75% de los estudiantes) teniendo en cuenta la rejilla utilizada y al finalizar la unidad didáctica, los estudiantes alcanzaron un nivel 3 y 4 de argumentación (67% de los estudiantes), donde ningún estudiante se ubicó en el nivel 1 de argumentación al finalizar la intervención, lo cual se evidenció de igual manera en los argumentos tanto orales como escritos de los estudiantes y donde aprendieron a justificar sus respuestas así no fueran correctas, construyendo sus propias ideas con los elementos necesarios para construir argumentos coherentes.

En cuanto a la construcción de los modelos explicativos por parte de los estudiantes, se fue evidenciando una transformación de los mismos en el transcurso de la unidad didáctica, ya que pasaron de construir modelos explicativos estáticos del concepto de presión, donde no se relaciona el concepto con otras variables y se relaciona con el sentido común, a construir modelos contemporáneos donde los estudiantes llegaron a relacionar el concepto de presión con otras variables de manera científica, lo cual es fundamental para hacer, comprender e interpretar la ciencia. Las evidencias explicativas y argumentativas demostraron que las ideas que tenían sobre el concepto de presión fueron cambiando en términos generales, pasando de un 78% de los estudiantes que se ubicaban en el modelo estático al inicio del proceso, a un 67% de los

estudiantes que terminaron con una noción contemporánea del concepto, logrando un cambio a este último modelo en aproximadamente el 56% de los estudiantes.

Se evidenció una relación clara entre los niveles de argumentación de los estudiantes del grado Décimo y el tipo de modelos explicativos que construyeron, ya que como lo demuestran los datos, cuando había un mayor nivel de argumentación tanto oral como escrita en los estudiantes, había un mayor acercamiento o construcción al modelo explicativo contemporáneo del concepto de presión.

La unidad didáctica relacionada con el concepto de presión permitió el fortalecimiento tanto de los procesos argumentativos como de los modelos explicativos, ya que brindó espacios de discusión, debate, socialización, trabajo en equipo, entre otros, para que los estudiantes participaran activamente y llegaran a un aprendizaje significativo de este concepto mediante ejercicios tanto teóricos como prácticos como la presentación de videos explicativos, actividad que fue muy significativa para ellos en la asignatura de Química.

En la enseñanza de la Química es fundamental, planear y ejecutar este tipo de unidades didácticas que les permita a los estudiantes acercarse al mundo de la ciencia, de una manera activa y significativa, permitiéndoles construir sus propias hipótesis y darles solución y argumentarlas desde espacios participativos y pertinentes para su proceso de formación.

Este tipo de proyectos permite la reflexión de la propia práctica educativa donde para planear cualquier procesos pedagógico se deben tener en cuenta unos aspectos claves del proceso de enseñanza, del proceso de aprendizaje y de los contenidos para lograr las verdaderas transformaciones dentro del aula de clase, teniendo en cuenta la pertinencia de estos tres aspectos del triangulo didáctico y los diferentes contextos en los que se desarrollan.

El papel de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje fue transformado, ya que pasaron de ser observadores, a ser actores en la construcción de conocimiento, el maestro dejó de ser el dueño y dador de la verdad absoluta para convertirse en orientador y regulador del conocimiento, y el proceso en sí se convirtió en una excusa para acceder a conocimientos específicos que responden a un contexto generalizado de la ciencia con un valor agregado que es el de visualizarlo en la cotidianidad del estudiante.

Los estudiantes se afianzaron en el trabajo en equipo, y se eliminó el prejuicio mediante el cual se creía que la ciencia es hecha para los estudiantes brillantes únicamente. El lenguaje con el cual inicialmente se comunicaban los estudiantes para dar respuesta a ciertas preguntas fue mejorando, y los elementos para justificar hacían parte del componente científico y no del contexto en el cual están inmersos, lo cual, es un avance pues ya se tiene un vocabulario aunque limitado, pero específico de la ciencia y se observa que se ha recontextualizado la elaboración del concepto de presión.

RECOMENDACIONES

Se debe continuar con la implementación de este tipo de proyectos mediante unidades didácticas para la enseñanza de la ciencia, donde el estudiante tenga una participación activa dentro de su proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta la planeación consciente del proceso educativo por parte del docente, en cada uno de los momentos de la unidad didáctica, teniendo en cuenta los tiempos, el tipo de estudiantes, sus intereses y los contextos donde ellos se desenvuelven.

El desarrollo de los procesos argumentativos en los estudiantes es un proceso que debe ser consciente y planeado, toma tiempo y dedicación, tanto por parte de los estudiantes como por parte de los docentes, y es factible desarrollarlos en el aula de clase, con unidades didácticas que se enfaticen en otros conceptos de la ciencia como en los conceptos de calor y temperatura, o los conceptos de densidad, gravedad y aceleración, ya que dichos conceptos tienen una dificultad en la conceptualización dada entorno a la ciencia y su aplicación cotidiana.

Debido a la dificultad y a la falta de motivación que muestran los estudiantes en el momento de participar en procesos argumentativos, las actividades de unidades didácticas de este tipo, deben ser multimodales, es decir, con actividades variadas, donde exista la posibilidad de desarrollar el conocimiento de diferentes maneras: videos, experimentos, prácticas, teorías, entre otros, y no reducirse a un solo aspecto, en el proceso educativo.

Se debe tener en cuenta que las actividades abordadas deben ser reguladas, es decir responder directamente a la evolución del concepto para este nivel de educación, y en un marco experimental que no de paso a falsas interpretaciones, ni a la confusión entre conceptos. Las actividades deben ser reproducibles en el ámbito de su cotidianidad y debe existir la claridad en el sustento de ellas, respecto a las nociones teóricas que fundamentan el concepto aplicado, para

ello es necesario indagar sobre los conceptos que están inmersos en cada actividad y como se abordan, para que no den paso a una confusión conceptual o un exceso de información sin direccionamiento.

Se recomienda aplicar esta propuesta en otros grados de básica secundaria, abordando otros conceptos científicos que requieren este tipo de propuestas participativas, con el fin de llegar a desarrollar los objetivos de la enseñanza en ciencias naturales, y de esta manera potenciar en los estudiante, las competencias establecidas en los Estándares Básicos de Competencias en ciencias naturales del Ministerio de Educación Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2005). Apuntes sobre la formación epistemológica de los profesores de ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes*, 21, 9-19.
- Alzate, O. E. T. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17).
- Aragón, M. D. M., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 0009-30.
- Bentz, V. M., & Shapiro, J. J. (1998). *Mindful inquiry in social research*. Sage Publications.
- Besson, U. (2004). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1683-1714.
- Bohorquez, L., & Ferney, W. *Propuesta didáctica para el aprendizaje de los conceptos de presión y temperatura en fluidos para estudiantes de grado décimo* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Camps, A. (1995). Aprender a escribir textos argumentativos: características dialógicas de la argumentación escrita. *Comunicación, lenguaje y educación*, 7(2), 51-63.
- Cardona Cortés, E. I., Cardona Zapata, M. E., & Serna Agudelo, T. M. (2014). Hacia un aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.
- Cazden, C. (1991). El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje. Barcelona: Paidós-MEC.

- Climent, Á. L. T. (2009). CREACIÓN Y UTILIZACIÓN DE VÍDEO DIGITAL Y TICS EN FÍSICA Y QUÍMICA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3).
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice*, 39(3), 124-130.
- Daza, S. A. J.(2006): Los conceptos sobre ciencia y trabajo científico y sus implicaciones en la elaboración de los programas deficiencias naturales. *Revista TEA*, 10.
- De Hosson, C., & Caillarec, B. (2009). L'expérience de Blaise Pascal au Puy de Dôme: analyse des difficultés des étudiants de premier cycle universitaire et confrontation historique.
- Diaz, A. (2002). *La argumentación escrita* (2da ed.). Medellin, Colombia: Universidad de Antioquía.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education*, 75(6), 649-672.
- Echegaray, A. L., Martínez, M., & Stipcich, S. (2006). ¿Qué escriben los estudiantes de educación secundaria básica sobre la presión?. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(3), 9-17.
- Eder, M. L., & Adúriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: Aproximaciones epistemológica y didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 4(2).

- Elena, A. (1984). *Tratados de Presión neumática* (Vol. 6). Madrid, España: Alianza Editorial Madrid.
- Etxaniz Añorga, M., Cañas, S., & Teresa, M. (2005). Unidad Didáctica para el Estudio de los Gases: Combinación de una Propuesta Constructivista con el Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-7.
- Flores, F., & Gallegos Cázares, L. (1999). Construcción de conceptos físicos en estudiantes. La influencia del contexto. *Perfiles educativos*, (86).
- Gacha Patiño, D. N., & Rodríguez Garzón, G. D. L. A. (2015). El concepto presión: una mirada desde el equilibrio de los líquidos.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 231-242.
- García Castro, G. (2016). *Aprendizaje basado en problemas y argumentación, herramientas para promover cambios en los modelos explicativos sobre el infarto agudo del miocardio* (Master's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira).
- Gil, D., Alís, J. C., Dumas-Carré, A., Furió-Mas, C., Badillo, R. G., Gené, A., ... & Salinas, J. (1999). ¿ Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 503-512.
- Gutierrez, R. (2016). Polisemia actual del concepto “modelo mental”. Consecuencias para la investigación didáctica. *Investigações em ensino de ciências*, 10(2), 209-226.

- Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*. 7 (1).
- Hennessey, G. (1991). Analysis of concept change and Estatus change in sixth graders' concepts of force and motion. Tesis Doctoral. University of Wisconsin.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y J. Díaz de Bustamante (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 359-370.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In *Second international handbook of science education* (pp. 1001-1015). Springer Netherlands.
- Jiménez, M. Á. P. (2006). *Lógica clásica y argumentación cotidiana*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Kelly, G. y J. Green (1998). The social nature of knowing: toward a Sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. En B. Guzzetti y C. Hynd (Eds.). *Perspectives in conceptual change* (pp. 145-181). New York: Inc publisher.
- Knorr-Cetina, K. (1995). Laboratory Studies: the cultural approach to the study of science. En S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen and T. Pinch (Eds.), *Handbook Of Science And Technology Studies* (pp.140-166). Los Angeles: Sage Publications.
- Kuhn, D. (1992). Thing as argument. *Harvard Educational Review*, 66, 155-178.

- Kuhn, D. (1993). Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 73, 319-337.
- Latour, B. y S. Woolgar (1995). *La vida en el laboratorio: la construcción de hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1)
- Lemke, J. L. (1997). Cognition, context, and learning: A social semiotic perspective. *Situated cognition: Social, semiotic, and psychological perspectives*, 37-56.
- Longuini, M. D., & Nardi, R. (2009). Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. *Caderno brasileiro de ensino de física*, 26(1), 7-23.
- Loverude, M. E., Heron, P. R. L., & Kautz, C. H. (2010). Identifying and addressing student difficulties with hydrostatic pressure. *American Journal of Physics*, 78(1), 75-85.
- Martínez, M. C. (2002). Estrategias de lectura y escritura de textos, perspectivas teóricas y talleres. *Cátedra UNESCO-MECEAL: Lectura y Escritura.*, 19-32.
- Maturano, C., Mazzitelli, C., Núñez, G., & Pereira, R. (2005). Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-26
- Núñez, L. P. (1999). La construcción de textos argumentativos escritos en los inicios de la adolescencia de jóvenes chilenos. *G. Parodi (Comp.), Discurso, Cognición y Educación*, 159-178.

- Pájaro C. P. P. & Trejos B. S. P. (2017) Desarrollo de la competencia argumentativa y su relación con los modelos explicativos del concepto de tejido muscular en el aula de séptimo grado. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Palacios, F. J. P. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 13-30.
- Paz, M. (2003). Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. Madrid. Mc Graw and Hill Interamericana de España.
- Pipitone, C., Sardà, A., & Sanmartí, N. (2008). Favorecer la argumentación en la clase. *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 105.
- Quintanilla, M., Daza, S., & Merino, C. (2010). Unidades didácticas en biología y educación ambiental. *Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Fondecyt*, 4, 12-32.
- Ruiz Ortega, F. J., Márquez, C., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2013). Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., & García, P. (1999). Hablar y escribir. *Una condición necesaria para*.
- Sutton, C. (1992). Words, Science and Learning. Buckingham: Open University Press.
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Toulmin, S. (1999). The uses of argument. Cambridge: Cambridge University Press.

- Toulmin, S. (1977). La comprensión humana: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza.
- Toulmin, S. (2003). Regreso a la razón. Barcelona: Ediciones Península.
- Toulmin, S. Rieke, T. y Janik, A. (1979). An introduction to reasoning, New York: Macmillan.
- Warley, J. (2012). La argumentación. Historia, teorías, perspectivas. *Ciencias del lenguaje*, 102-104.

Anexos

Anexo 1: Rejilla de argumentación

NIVEL	CARACTERÍSTICA	VALORACIÓN
1	Comprende argumentos que solo presentan una o más conclusiones o presentan datos	ARG: CONCLUSIÓN O DATO
2	Aquellos Argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando poca o ninguna relación entre estos dos elementos	ARG: DATOS, 1 CONCLUSIÓN SIN CONEXIÓN
3	Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando relación fuerte entre ellos	ARG: DATOS 1 O MAS CONCLUSIONES CON RELACIÓN
4	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación que intenta relacionar los elementos anteriores	ARG: DATOS, CONCLUSIÓN, JUSTIFICACIÓN
5	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos , una o más conclusiones y al menos una justificación que relaciona claramente los elementos anteriores	ARG: DATOS, CONCLUSIONES, JUSTIFICACIÓN CON RELACIÓN
6	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, conclusiones, justificaciones y/o refutaciones con coherencia entre dichos elementos	ARG: DATOS, CONCLUSIONES

		JUSTIFICACIÓN O REFUTACIÓN
7	Argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones y respaldo teórico, con coherencia entre dichos elementos	ARG: DATOS, CONCLUSIONES, JUSTIFICACIÓN, RESPALDO TEÓRICO
8	Argumentos en los que se identifican datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contra argumentos y cualificadores, con coherencia entre dichos elementos	ARG: DATOS, CONCLUSIONES, JUSTIFICACIÓN, RESPALDO TEÓRICO, CONTRA ARGUMENTOS

Anexo 2: Criterios y modelos explicativos del concepto de presión

Modelo Estático

- No relaciona el concepto de presión con otras variables
- Relaciona el concepto de presión desde el sentido común, por un movimiento externo o situación externa no acorde
- No tiene en cuenta los cambios de presión

Modelo Gravitacional

- La presión se debe a la cantidad de masa o al peso de un cuerpo
- La presión siempre actúa en dirección al peso

Modelo Mecánico

- La presión es igual a la fuerza y es el efecto de comprimir
- La presión siempre va en una sola dirección
- La presión depende de un material o sustancia especial

Modelo Contemporáneo

- Relaciona el concepto de presión con otras variables de manera científica

CÓDIGO	NOMBRE DEL MODELO O CONCEPCIÓN	CARACTERÍSTICA
M	Mecánico	La presión es el efecto de apretar o comprimir. La presión es una fuerza en una sola dirección que depende del

		movimiento y no de una sustancia inmóvil. Depende de un material especial
G	Gravitacional	La presión se debe a la cantidad de masa o al peso de los cuerpos. La presión actúa en la dirección del peso (hacia abajo) o fuerza
E	Estático	Los cambios causados por diferencia de presiones son raramente atribuidos a esta misma, no relaciona la presión con otras variables, se genera por un movimiento externo o situación externa no acorde
C	Contemporáneo	La presión es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea. Se relaciona de una forma específica con variables como la temperatura, el volumen y la altitud sobre el nivel del mar, entre otras. (C)

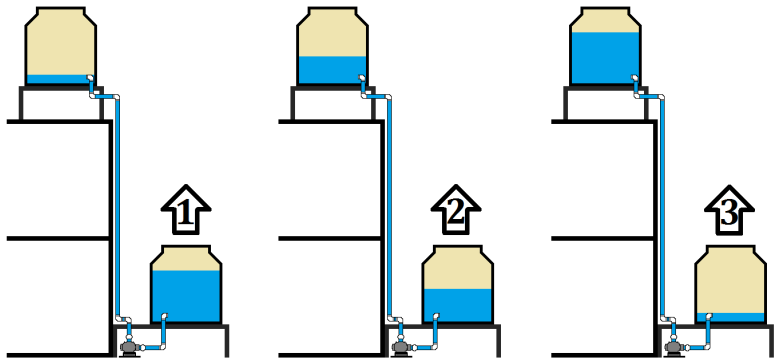
Anexo 3: Instrumento de medición concepto: presión

Docente: Juan Pablo Quintero

En los siguientes textos encontrará una serie de preguntas relacionadas con diferentes concepciones de las ciencias naturales exactas, lo que se pretende es que usted argumente o explique con sus palabras y con el conocimiento que tiene sobre las situaciones presentadas en el cuestionario. Este cuestionario hace parte de un proyecto de investigación en la Maestría en educación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

CUESTIONARIO

1. Si se va en un viaje en carro desde Bogotá hacia la costa y llevo un balón inflado, a que se debe que cuando llego a mi destino el balón está desinflado
2. Si se va a cortar una papa 1 con un cuchillo afilado y otra papa 2 con un material plano, realizando la misma fuerza sobre ellas, ¿cuál papa recibe más presión? Explique porque.
(Revista electrónica de enseñanza de las ciencias Vol 4 No 2. 2005)
3. ¿Explique la razón por la cual una persona se hunde menos en la nieve si utiliza esquíes?
(Revista electrónica de enseñanza de las ciencias Vol 4 No 2. 2005)
4. ¿Porque los alimentos calentados en una olla pitadora se demoran menos tiempo en estar cocinados que en otro tipo de ollas, si la temperatura de la estufa es la misma? Explique su respuesta
5. A tres tanques llenados con diferente cantidad de agua (tener en cuenta los de la parte superior) se les realiza un orificio a la misma altura. ¿En cuál sale el agua a mayor velocidad? Explique porque.



APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO ETAPA 1

El instrumento se aplicó al grado décimo que tiene un total de 28 estudiantes, para su posterior análisis y así determinar los obstáculos presentados y determinar los diferentes modelos mentales que tienen los alumnos a la hora de abordar la temática de presión en particular. Los datos que arrojó la implementación de este proceso fueron:

Pregunta 1

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Si llego a mi destino y el balón está desinflado posiblemente se pinchó con algo o quizás el calor hizo que esto pasara	2, 3	E	2
2	Por el movimiento del auto el valon puede dar muchos choques cullos choques puede hacer que balla disminullendo el aire del balón	1, 2, 6	E, M	2

3	Se debe a que cuando un balón esta inflado hace presión hacia afuera haciendo que la valbula no permita que el aire salga	1, 2, 3, 7	E, M	1
4	El balon debe de estar pinchado	1, 2, 3	E	1
5	Se debe por la razón de que el balón no esta en uso y se desinfla porque lo llevan en un lugar demasiado lleno o no le hecharon suficiente aire	1, 2, 6	E, M	2
6	A que el balón no se estará utilizando entonces se va perdiendo el aire del balón porque no será usado en ese momento que es inflado	1, 2	E	2
7	A mi pensar, esto se debe a que el balón va guardado en el carro durante mucho tiempo, y así se juntan el calor del carro mas el del sol	2	E	2
8	El balón se desinfla por la variedad de climas	2	E	1
9	Se desinfla por la presión del sol	1, 2, 6	E, M	1
10	Yo creo que se desinflaría por que puede la temperatura no sea la misma y cambie	2	E	1
11	El balón se desinfla por que en la costa hace demasiado sol y lo mas posible es que al cambiar del clima de Bogotá que hace	2	E	2

	frío, al calor de la costa			
12	Se deve al cambio del clima o se deve al frío de Bogotá porque con el frío de va desinflando	2	E	1
13	NR	NA	NA	NA
14	Si el balón estaba en constante movimiento pudo haberse golpeado y se quedó atrancado en un lugar donde tenía mucha presión lo cual hizo que el aire se saliera por donde pudiera	2, 6	E, M	2
15	Porque estaba en reposo en el viaje, y por el calor que está en ese lugar	2	E	1
16	Pues yo pienso que es por el cambio de temperatura o también podría ser por que es un viaje muy largo	2	E	2
17	Yo creo que el balón se desinfló por el calor o por el mismo viento cuando se estaban trasladando a la costa	7, 8	M	2
18	Porque Bogotá tiene una latitud diferente a la costa y la altura varía hací que la presión es diferente y a causa de esto el balón pierde aire	9	C	3
19	Se debe a que el balón esta adentro del carro y no lo esta usando y por el clima también	2, 6	E, M	2
20	Por cambio de clima, o en la posición en la que valla el balón,	2	E	2

	quizás va en el baúl y este contiene mucho calor por ende se empieza a ir el aire			
21	Yo pienso que se desinfla porque si hiba en una posición, o mal acomodado hacia un lugar donde tenía mucha presión o pudo ser por el calor	2	E	2
22	A que talvez tantos días sin uso, o tal vez a la temperatura o cambio de clima	2	E	2
23	Porq la temperatura del sol esta demaciado alta por eso el balón soltó tanto aire	2	E	2
24	NR	NA	NA	NA
25	Por que Bogotá esta mas ariba del nivel del mar entonses es más la presión y la costa está igual del nivel del mar entonces lo que pasa es que el cambio de presión hace que se desinfe el balón	9	C	3
26	Creo que se debe por el calentamiento global tambié puede ser por el obxígeno, etc	2, 8	E, M	1
27	Por que el viaje de demora mucho y el balón al estar mucho tiempo en la maleta o bolso que lleve claro se va a desinflar por poco uso en tanto tiempo	2	E	2
28	Yo creo que se presenta por un cambio de temperatura	2, 8	E, M	2

	y pues el viaje será tan largo que no resistirá el oxígeno por cambio de ambiente			
--	---	--	--	--

Pregunta 2

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Yo creo que la papa 2 recibe más presión ya que si utilizo un objeto plano sin filo tendré que hacer mas fuerza para poder tener mi papa bien pelada	2, 6	E, M	2
2	La segunda porque la mayor parte de los objetos planos son necesario hacerle fuerza para que corte por lo que no tiene el filo necesario para el corte	2, 6	E, M	2
3	Resibe mas presión con el cuchillo por el área presionada, el cuchillo ejerce presión en una mínima superficie haciendo que se acumule más fuerza y cortemos eficientemente	9	C	3
4	La papa que se corta con el material plano recibe más presión porque, porque la papa que se corta con el cuchillo afilado lo hace mas fácil	1, 2	E	2
5	Creo que con la que recibiría mas presión es con el material plano	1, 2, 6	E, M	1

	porque con el cuchillo afilado cortaría con menos presión			
6	La que usa con un material plano porque no tiene filo entonces para poder cortar la papa se necesita mucha presión para poder lograrlo	2, 6	E, M	2
7	Ecibe más presión la papa 2, ya que esta siendo cortada con un material plano mientras que la papa 1 la cortan con un cuchillo afilado	1, 2	E	2
8	La papa que resive mas presión es la segunda porque al cortarla con algo plano va a requerir mas fuerza sobre ella	2, 6	E, M	2
9	La segunda papa porque le va a ejercer presión por que no tiene filo	2, 6	E, M	1
10	La segunda porque con un material plano se hace mas presión a la papa mientras que con el cuchillo afilado se facilitan las cosas	2, 6	E, M	2
11	Recibe mas presión la papa 2 porque es mas difícil cortar con un material plano	2, 6	E, M	1
12	El material plano porque no tiene filo asi va a recibir una mayor precion entre la papa y el material plano	2, 6	E, M	1
13	La papa 1 porque es la que mas presión va a tener y va a quedar mal cortada y la del material plano va a tener un mejor corte	1, 2, 8	E, M	2

14	La segunda papa tiene mucha mas presión ya que para cortar se necesita algo de filo y con esta solo se podría utilizar la fuerza ya que el objeto es plano y sin filo	2, 6	E, M	2
15	Recibe mas presión la papa 2 porque será cortado con un material plano, en cambio la papa 1 se cortara mas fácil con el cuchillo afilado	2, 6	E, M	2
16	Con el material plano porque va en si a hacer la misma fuerza pero igual como es plano la presión llega directo	2, 8	E, M	2
17	La segunda, porque el cuchillo con filo la parte e una, encambio el material plano hay que hacerle mas presión para que pueda partir	2, 6	E, M	2
18	A la papa que se va a cortar con un cuchillo afilado se le ejerce más presión porque atraviesa la papa que a la con un elemento plano se ejerce fuerza no presión	9	C	2
19	El cuchillo porque uno tiene que esforzarse para poder cortar la papa a la mitad	2, 6	E, M	2
20	La papa que recibe mas presión es la que lleve en la mano derecha (si usa para todo esta mano) puede ser también la del cuchillo ya que esta afilado y va a seguir derecho	2, 6, 8	E, M	2

21	A mi me parece que recibe mas precion con un material plano ya qu con ese recibe mas precion	1, 2	E	1
22	La papa 1 con el cuchillo afilado porque tiene filo y mayor fuerza	6, 9	M, C	2
23	La del material plano porque entre mas cencillo sea el cuchillo mas precion lleva al cortar el producto	1, 8	E, M	1
24	Resive mas presión la 2 papas que están en un material plano	1, 2, 3	E	1
25	Se hace mas precion con el material plano porque si se hace con el material plano se cota solo explota por precion en cambio el cuchillo esta afilado y no necesita casi presión	2, 6	E, M	2
26	La segunda papa recibe un impacto mayor ya que el materia es plano	6, 8	E, M	1
27	Para mi es la 2 porque al usar un cuchillo afilado claro que usted aveces ni cuenta se daría mas al usar un material plano no va con la misma facilidad	2	E	1
28	La primer papa pues no tendrá que utilizar mucha presión ya que el cuchillo tiene un buen filo y cortara sin ningún incomediente. La papa 2 pues tendrá que hacer precion ya que no es u objeto, que es para contar eso y pues va a	6	M	2

	llevar mayor presión que la primera			
--	-------------------------------------	--	--	--

Pregunta 3

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Por que si	1	E	1
2	Porque va en caída y se desliza mas no queda en un mismo sitio	2, 5	E, G	2
3	Sucede por lo mismo que el ejemplo anterior, la nieve ejerce poca resistencia a las cosas, al ejercer poca resistencia cuando caminamos con esquís hay mayor superficie a la cual poner resistencia, así que evita que se unda	9	C	4
4	Porque los esquís aplastan la nieve, y eso hace que no se hunda	2, 8	E, M	2
5	Yo creo que es por la razón de que el esquís es un aparato para utilizar en la nieve y tiene las suficientes cosas para que no se hunda	2, 8	E, M	2
6	Porque son muy pesados y la nieve es muy suave por eso cuando va a pisar se va a hundir en ella	3, 4, 5	E, G	2
7	Yo creo que es gracias a que los esquís fueron hechos para deslizarse	8	M	2

	en la nieve, y la persona no pisa la nieve con los esquís, y se mantiene estable			
8	Por que las esquís no permiten que se hunda porque fueron echas para eso	8	M	1
9	Porque los esquís no permiten que se undan	1, 8	E, M	1
10	Porque las personas son débiles en la nieve y mientras que si tienen esquís no se hunde tan fácil ya que es un material hecho para ser utilizado en la nieve	2, 8	E, M	2
11	Por que se apoya en las esquís, y esto hace que no se hunda	1, 2	E	1
12	Porque los esquís hacen precion en la superficie (nieve) y por esa razón pueden caminar	6, 8	M	2
13	Porque va estar en el esquís y no va estar tocando la nieve y va a estar mas firme	2, 8	E, M	2
14	Los esquís son planos eso hace que la persona de deslise en vez de que haga precion se hunda	2, 9	E, C	2
15	Porque los esquís le ayuda a sostenerse en la nieve, en cambio sin ellos todo el peso caera de una y se undira	1, 4	E, G	2
16	Porque el peso se distribuye entonces no hace tanta presión para abajo	9	C	3
17	Por que el esquís fue creado para ese deporte	8	M	1
18	Porque los esquís le dan cierta estabilidad	9	C	3

	siendo objetos planos causa el mismo efecto que una tabla de surf en el agua			
19	Porque los esquís son largos y planos y así permiten deslizarse sobre la nieve y también en no undirse porque en los extremos lo ayudan porque no hay peso sobre ellos	9	C	3
20	Porque los esquís son de un material liviano y largo y además por la fuerza de los pies manteniendo el equilibrio	6, 8	M	3
21	Se unde menos ya que los esquís hacen mas precion y tienen mas soporte	6, 8	M	2
22	Porque lleva puesto esquís es algo libiano y plano	6, 8	M	1
23	Por que el esquís le da precicion a la hora de pararse en la nieve	2, 8	E, M	1
24	N.R.	N.A	N.A	N.A
25	Porque el peso se reparte en una mayor area y no se concentra en un solo punto	9	C	3
26	Porque el esquís fue creado para esas situaciones	8	M	1
27	Es porque al usar un objeto es mas difícil uundirse porque el objeto es como de hierro como muy fuerte	6, 8	M	2
28	Pues creo que una persona se unde gracias a que la nieve tiene des nivelaciones y en la	2, 8	E, M	2

	superficie tiene cambios en algunos lugares puede estar mas firme			
--	---	--	--	--

Pregunta 4

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Porque la pitadora trabaja a presión y entonces este aire no tiene a donde ir entonces el calor de este es mas fuerte y hace que se quede en los alimentos y se cocinen mas rapido	2, 9	E, C	3
2	Porque esta echo de un acero grueso cullo calor es mas fuerte	8	M	2
3	Sucede porque la oyas cuando trabajan a presión no permiten que esta salga haciendo que el calor y la presión tengan que moverse hacia algún lado, lo cual sería dentro de los alimentos, haciendo que se cocinen a mayor velocidad y conservando su humedad	2, 9	E,C	3

4	Porque la olla pitadora es mas gruesa que las otras ollas normales, y esto hace que la olla se caliente mas, y por la tapa sale todo el vapor, esto hace que estén mas rapidos los alimentos cocinados	8	M	2
5	Yo creo que se demoran menos por que la olla pitadora tiene mas presión que las otras	1, 2, 8	E, M	1
6	Porque la olla esta presionada y es menor tiempo para que la comida este más ligero y va botando el aire a su medida que ya esta estando	1, 2	E	2
7	Gracias a que una olla pitadora tiene más presión que otras ollas normales	1, 2	E	1
8	Porque puede expulsar la evaporación mas rápido que las ollas normales	2	E	1
9	Por la presión de la olla pitadora, porque ejerce más presión	1, 2	E	1
10	Tal vez porque la olla pitadora tiene mas presión y mas facilidad de	1, 2	E	1

	hacer que las cosas estén mas rápido			
11	Porque las ollas pitadoras están diseñadas para cocinar y tienen soportes para el aire y las ollas normales pueden ser por el material	8	M	1
12	Porque en una olla pitadora se concentra el aire y se calientan mucho mas rápido que las demás porque las otras ollas la tapa no son de precion y deja ir el calor	2, 8	E, M	2
13	Porque la olla pitadora tiene una mejor presión que la de las demas	1, 2	E	1
14	La mayoría de los alimentos que se introducen en una olla a precion se convinan con agua, lo cual hace que se cocine a vase de vapor y no de fuego como tal	2	E	2
15	Porque la olla pitadora se tapa y por dentro recojera mas calor y mas presión y por eso se cocinan mas ligero	9	C	3
16	La olla retiene el calor y lo distribuye por los alimentos eso	2	E	2

	permite que se cocione más rápido			
17	Porque la olla pitadora tiene mas presión que cualquier otra, porque la balbula nos ayuda que ebapore mas rápido	2, 8	E, M	2
18	Porque en una olla pitadora se retiene el calor y la presión que ejerce este sobre el alimento acelera el proceso de cocción	2	E	2
19	Porque en la pitadora esta tapada con mucha fuerza entonces no permite que alga el aire o el bapor tonces se calienta mas y cuando termina pita la olla y la olla esta destapada y no comprime nada	9	C	3
20	Los de la olla pitadora tardan menos por el motivo que el vapor queda adentro y por esto se hace mas rápido	1, 2	E	2
21	Se demora mas por la fuerza de gravedad ya que como permanecen tapados se	1, 2	E	1

	demoran mas en estar listos			
22	Porque la olla pitadora tiene mayor presión y doble calor	1, 2, 8	E, M	2
23	Porque la olla pitadora tiene un proceso de calentarse mucho mas rápido que cualquier otras ollas	8	M	2
24	Porque en otra oya no van a tener la misma presión que la pitadora tiene bapor	1, 2	E	1
25	Porque la pitadora guarda el calor y no deja que se escape en cambio en otras ollas el calor se libera y no hay precion	1, 2	E	2
26	Porque la pitadora tiene orificio por donde sale el aire y así los alimentos se demoran poco e hervir	2	E	2
27	Yo no se mucho de cocina pero me imagino que se demora mas al calentar porque no tiene mucho vapor mas en la pitadora se detiene aire en una olla normal no se retiene mucho el aire y tiene mas vapor	2	E	2

28	Porque la pitadora tiene mayor vaporamiento ya que puede ir botando su vapor y comenzar de nuevo eso ase que sea mas rapido	2	E	2
----	---	---	---	---

Pregunta 5

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Yo creo que sale con mas velocida en el primer tanque que tiene menos agua ya que cuando saque el agua al mismo tiempo entrara el aire	2, 4	E, G	1
2	El primero por la poca cantidad de agua al aver poca agua fulle mas rápido al no tener tanta precion en la parte superior	2, 4	E, G	2
3	Se vaciara primero el ejemplo numero 1 ya que necesita de menos presión para que el liquido salga por la abertura	2	E	2
4	Yo digo que la que tiene menor cantidad de agua	1, 2	E	1

	sale con mayor velocidad			
5	Yo digo que es el tercero porque tiene mas agua y tiene mayor presión	2, 4	E, G	2
6	Al tercero, porque a medida que uno abre la llave va saliendo la mejor cantidad y mejor velocidad constante entonces yo pienso que entre mas ello esta más velocidad tiene al salir	4, 9	G, C	2
7	Yo opino que en el tercer tanque , ya que como tiene más agua, tiene más presión y baja más rápido	4, 9	G, C	3
8	Es la tercera porque al estar tan llena el tanque el agua sale con mas velocidad	2, 4	E, G	2
9	La que esta mas llena porque la presión del agua hace bajar con mayor velocidad	9	C	2
10	La tercera porque tiene mayor cantidad de agua y sale con mas presión	2, 4	E, G	3
11	El 3 porque es el mas lleno y sale el agua mas rápido	2, 4	E, G	2
12	El tercer tanque es la respuesta porque entre	9	C	2

	mayor cantidad de agua halla con mas velocidad va a salir el agua			
13	El 3 porque va a estar mas lleno y va a tener la mayor velocidad porque las otras van a tener un procedimiento mas lento	9	C	2
14	Para que el agua salga necesita de algo de oxígeno que llegue a la superficie entre mas rápido llegue mas agua saldrá lo que quiere decir que el tenga mens agua se baseara primero	2, 8	E, M	2
15	Creo que en la de menor agua, porque estando tan poquito hara que suba mas ligero con la presión y llegara mas ligero	2	E	2
16	Pues la que esta mas llena porque baja con mas presión al salir	2, 4	E, G	2
17	En la ultima porque hay mas agua y lleva mas velocidad al salir	2, 4	E, G	2
18	Al que esta mas lleno porque la presión y la fuerza con que sale es un efecto de la cantidad de agua	9	C	3

	que posee el resipiente			
19	El del centro porque esta medio lleno y la presión lo ayuda	1, 2	E	2
20	El primero el que está mas lleno ya que por la presión ayuda a bajar	2	E	2
21	Sale con mas velocidad el que esta mas lleno ya que ese viene con mucha mas presion	2	E	2
22	En el menos lleno porque tiene mas espacio pero mayor presión	2	E	2
23	Los de la parte superior porque están en una posición mucho mas adecuada para soltar el agua necesaria	2, 5	E, G	2
24	La 3 porque va con mas presión	1, 2	E	1
25	En el que esta mas lleno porque el agua esta ejerciendo una fuerza hacia abajo en cambio el que esta menos lleno no tiene tanta fuerza hacia abajo	9	C	2
26	En el tercero creo que entre mayor sea la cantidad de agua mas sale	2	E	2
27	Para mi sale el agua con mas velocidad es en el tanque con mas	2, 8	E, M	2

	cantidad de agua porque al tener menos aire al tratar de sacar el agua sale el aire y no agua, si tratamos con uno con menos aire sale agua y no aire			
28	El 3 porque esta mas yeno podrá salir mayor cantidad de agua por la velocidad que baja y podrá salir mas rápido a la superficie	1, 2	E	2

APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO ETAPA 2

El instrumento se aplicó al grado décimo que tiene un total de 28 estudiantes, para su posterior análisis y así determinar los avances o cambios obtenidos y los obstáculos que aún se mantienen, y determinar los diferentes modelos mentales que tienen los alumnos a la hora de abordar la temática de presión en particular. Los datos que arrojó la implementación de este proceso en la segunda etapa fueron:

Pregunta 1

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Esto se debe a que en la costa hay más presión	9	C	4

	atmosférica porque está más baja que Bogotá, que está más alto y hay más aire			
2	Por la presión del aire que se da al salir de Bogotá, ya que Bogotá se encuentra en una montaña	9	C	2
3	Se debe a la presión en el auto, que al inflarlos usan la presión interior del balón para mantenerla cerrada y que el aire no escape, al igualar la presión en el auto no hay ninguna fuerza que mantenga la válvula cerrada lo cual deja que el aire escape	2, 8	E, M	2
4	En Bogotá hay menos presión atmosférica porque está más alto que la costa, donde hay más aire por encima, por esta razón el balón llega desinflado	9	C	4
5	Se debe a que tienen diferente altitud porque Bogotá tiene mayor presión atmosférica y la costa tiene menos presión	2	E	2
6	A que la presión del aire hace que el balón se desinfla,	9	C	4

	porque la presión de Bogotá es más baja y en la costa es más alta, entonces hace que el balón se desinfe un poco			
7	Se debe al cambio que hay en la presión, ya que en Bogotá hay menos presión que en la costa, en la costa hay más aire por lo tanto hay más presión	9	C	5
8	Porque hay mayor presión atmosférica al llegar a la costa, recibe más presión	9	C	2
9	Porque hay mayor presión atmosférica al llegar a la costa	9	C	2
10	Esto se debe a el cambio de clima que hay en los diferentes lugares, entonces debido a que la presión es más fuerte en la costa el balón se desinfla	9	C	3
11	Se debe al cambio de presión, un lugar con mucha presión como es la costa donde hay más aire	9	C	2
12	Porque en Bogotá hay menos presión atmosférica en cambio la presión atmosférica de la costa aumenta, y esta presión afecta	9	C	5

	el balón. Camino hacia la costa se va desinflando a medida que aumenta la presión			
13	El balón tendría como reacción de desinflarse por su cambio de presión atmosférica, porque en la costa hay un clima más fuerte	2, 9	E, C	2
14	Dese Bogotá hasta la costa la presión atmosférica es diferente, ya que el viaje es muy largo y la presión varía constantemente haciendo que le balón llegue más desinflado a su destino	9	C	2
15	El balón se desinfla porque Bogotá tiene una altitud diferente a la costa y la altura que hay entre ellas varía, así que la presión varía y por eso el balón se desinfla	9	C	4
16	Se desinfla un poco debido al cambio de clima ya que en la costa hay más presión atmosférica que en Bogotá	9	C	2
17	El balón se desinfla porque en Bogotá y en la costa hay una diferente presión atmosférica, y eso	9	C	3

	es lo que hace desinflar el balón			
18	Pues el balón se desinfla debido a la presión atmosférica y al cambio radical que hay al ir de un lugar alto hacia uno bajo	9	C	3
19	Pues por la misma razón de que hay más presión atmosférica	2	E	1
20	El balón pierde aire debido a la presión que hay. Allí se nos explica que va de Bogotá (Altura) a la costa (bajo), o sea que se desplaza de una altura a una parte baja y por eso pierde aire el balón	9	C	3
21	Se debe a que en la costa hay más presión que en Bogotá, porque Bogotá está situada en una montaña y tiene menos aire encima, en cambio en la costa hay más aire y más presión	9	C	5
22	Se debe a que en la costa hay más presión que en Bogotá, porque Bogotá está situada en una montaña y tiene menos aire encima, en cambio en la costa entre más abajo más presión	9	C	4
23	Pues porque en la costa hace mucho	2	E	2

	más calor que en Bogotá, eso hace que el balón se desinfle mucho más rápido			
24	NR	NA	NA	NA
25	A que la presión atmosférica es menor en Bogotá y en la costa es mayor, esto hace que el balón se desinfle un poco al aumentar la presión atmosférica	9	C	4
26	Porque la presión en la costa es mucho más alta que en Bogotá, así que hace que a medida que cambia de lugar, el aire es más y ejerce más presión, por eso se desinfla	9	C	5
27	Se debe a que en la costa hay más presión atmosférica que en Bogotá, por lo tanto la presión del aire va desinflando el balón	9	C	3
28	En Bogotá hay menos presión atmosférica y como en la costa la presión atmosférica es más fuerte, esto hace que el balón se desinfle	9	C	3

Pregunta 2

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Con la segunda ya que es un material sin filo y se debe hacer más fuerza entonces esto baja con más presión	6	M	2
2	La primera ya que el cuchillo tiene más filo que el del material plano, así que con el cuchillo recibe más presión	9	C	3
3	Recibe más presión la papa cortada con el cuchillo debido a su baja área, la que permite un corte fino, por el contrario el área plana del otro material distribuye la fuerza haciendo que en vez de cortarse se aplaste	9	C	5
4	La papa 1 recibe más presión porque es un material filoso y parte la papa por la presión	9	C	3
5	Recibe más presión con el cuchillo afilado	9	C	5

	porque el cuchillo entre menos área tenga más presión genera			
6	La segunda papa porque el cuchillo no esta afilado entonces toca hacer más presión para cortar	6	M	2
7	La papa 1 recibe más presión porque al realizar esto con un objeto plano se estaría ejerciendo fuerza	6	M	2
8	La papa que recibe más presión es la que cortan con el cuchillo afilado porque el cuchillo tiene menos área y entre menos área hay más presión	9	C	5
9	La papa que recibe más presión es la 1 porque el cuchillo tiene menos área	9	C	3
10	La papa que recibe más presión es la que se corta con el cuchillo afilado ya que este tiene menos fuerza y más presión	6	M	2
11	Ejerce más presión el cuchillo afilado sobre la papa, porque si fuera el cuchillo de material plano, sería fuerza, y solo se necesita una presión que haga que corte más fácil	6	M	2

12	La papa número 1 recibe más presión ya que el cuchillo tiene menos área, esto sería $P=F/A$, es decir entre menos área tenga algo más presión va a tener	9	C	5
13	Que en sí hay que tener menos fuerza y más presión para lograr una buena solución	1, 2	E	1
14	Se ejerce más presión con el material filoso y la única forma de partir la papa sería con la presión que ejerce	6	M	2
15	Recibe más presión la papa que se corta con el cuchillo afilado y ejerce una presión máxima en una superficie y hace que corte eficientemente	9	C	4
16	La papa que más presión recibe es con el cuchillo afilado ya que tiene menos fuerza y más presión	6	M	2
17	Con el cuchillo afilado porque corta más rápido y más fácil, aunque con el cuchillo plano es más difícil de cortar	1, 2	E	2
18	Recibe más presión la papa 1, porque con un	6	M	2

	objeto plano solo se ejercería fuerza sobre ella			
19	La 1 pues porque entre menos área hay más presión, que es lo que tiene el cuchillo al cortar y no el material plano	9	C	5
20	Deduzco que recibe más presión la papa 1, debido a que con un material plano solo se ejercería fuerza sobre ella	6	M	2
21	La 1 porque con un cuchillo afilado tiene menos área y corta más fácil, en cambio la otra es con un material plano y tiene más área	9	C	5
22	Recibe más presión la primera papa porque un cuchillo afilado corta más y con mayor fuerza	6	M	2
23	Recibe más presión la papa 1 porque el cuchillo tiene mucho más filo que el material plano, eso hace que el cuchillo entre hacia la papa más fácil	9	C	4
24	NR	NA	N.A.	N.A.
25	La papa número 1, ya que el área que es presionada es	9	C	5

	mayor que el área del cuchillo, haciendo que la presión aumente			
26	La segunda papa porque el cuchillo tiene menos filo así que toca hacer más presión sobre la papa para cortar	6	M	2
27	Recibe más presión la papa cortada con el material plano, porque esto tiene más superficie que un cuchillo y menos filo	6	M	2
28	Se ejerce más fuerza sobre la papa número 1, porque a la papa número 2 si se le hace mucha fuerza se puede aplastar	6	M	2

Pregunta 3

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Porque cuando uno usa esquís la presión es poca ya que la fuerza que ejerce se distribuye en lo largo de los esquís	9	C	5
2	Porque el peso de la persona se	9	C	3

	reparte en los esquís			
3	Es porque al usar esquís distribuye la presión en la nieve, en una superficie mayor, entonces a la nieve de abajo no le toca aguantar más presión de la que puede	9	C	5
4	Porque cuando uno usa los esquís la presión es poca ya que la fuerza que ejercemos se distribuye a lo largo de los esquís	9	C	3
5	Un esquí se hunde menos en la nieve, ejerce poca resistencia a las cosas, esto quiere decir que al ejercer poca resistencia evita que el esquí se hunda y por eso están hechos para andar en ellos	8	M	2
6	Porque es más la presión que recibe la nieve, con los esquís evita que nos hunda en la nieve	1	E	1
7	Porque la relación entre fuerza y área es muy pequeña, porque la fuerza se reparte en toda el área	9	C	5

8	Porque el peso de los esquíes se nivela	1, 2	E	1
9	Porque el peso de los esquíes se nivela	1, 2	E	1
10	Esto se da, ya que el peso de la persona se distribuye en los esquíes y esto hace que le dé mucha más estabilidad y así no se hunde	9	C	4
11	Porque la relación entre fuerza y área es muy pequeña	9	C	3
12	Porque los esquíes tiene más área entonces hacen menos presión, porque entre menos área más presión y como los esquíes ocupan más área es mucho menos la presión	9	C	5
13	Porque al tener menos fuerza y más presión tendría un mejor balance en los esquíes	6	M	2
14	Porque al usar esquíes la presión es mínima ya que con estos la fuerza que nos atrae (gravitatoria) se distribuye a lo largo de los esquíes	9	C	3
15	Aparte de que los esquíes son	8, 9	M	3

	hechos para la nieve, en ellos se ejerce poca presión y poca resistencia, entonces cuando caminamos hay mayor superficie en la cual poner resistencia			
16	Porque el peso de la persona se distribuye en los esquís y le da más estabilidad	9	C	3
17	Porque hay poca resistencia y eso hace que nos deje caminar mejor	2	E	1
18	Porque la fuerza se reparte en toda el área y la relación entre fuerza y área es muy pequeña	9	C	4
19	Porque es más presión que recibe la nieve, con los esquís evita que nos huna en la nieve	1, 2	E	1
20	Es porque al usar esquís la fuerza se reparte en toda el área y la relación entre fuerza y área es muy pequeña	9	C	4
21	Porque el peso de la persona se reparte en toda el área de los esquís y eso hace que no se hunda	9	C	4
22	Porque tiene el peso de la persona	8	M	2

	balanceado y los esquís son recios y planos			
23	Porque con los esquís hacemos mucha presión, eso hace que la persona no se hunda	1, 2	E	1
24	NR	NA	N.A.	N.A.
25	Porque al utilizar esquís el área presionada es mayor donde recae la presión, abarcando más área y haciendo que el peso se reparta en toda esta	9	C	5
26	Porque recibe más presión con los esquís, así que hace que no nos hundamos en la nieve	1, 2	E	1
27	Cuando una persona usa esquís tiene más superficie donde poner los pies , por lo tanto no está haciendo tanta presión en la nieve como lo haría solo con zapatos	9	C	5
28	Porque tiene más superficie donde poner el pie y así no le hace fuerza a la nieve	9	C	1

Pregunta 4

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Porque el calor y la presión dentro de la olla se esparce uniformemente, esto hace que se caliente más rápido y esté listo	2	E	3
2	Porque en la olla pitadora se cocina más rápido, ya que llega a 130 °C, por lo que no hay salida de aire caliente	9	C	4
3	Se demoran menos porque se acumula presión dentro de la olla y al no tener ningún lugar al cual escapar los alimentos se ven afectados recibiendo la presión directa y el calor, cocinándose más velozmente	6	M	4
4	Porque el calor y la presión dentro de la olla se queda uniformemente, esto hace que todo se caliente rápido	6, 8	M	2
5	Porque la olla pitadora ejerce más presión y hace que los alimentos estén más rápidos mientras la otra	8	M	2

	demora un poco más			
6	Porque el aire que se acumula, como está tapado hace más presión y hace que él se evapore	2	E	2
7	Porque al aumentar la presión, el punto de ebullición aumenta y la temperatura igual	9	C	3
8	Porque la olla pitadora ejerce más presión y al tener más presión tiene más punto de ebullición que en la otra olla	9	C	3
9	Porque la olla pitadora ejerce más presión y aumenta el punto de ebullición	9	C	3
10	Porque al aumentar la presión de la olla, aumenta el punto de ebullición y esto hace que los alimentos se calienten más rápido	9	C	5
11	Porque el punto de ebullición de la olla pitadora es mayor y llega a 130 °C y hace que el alimento se cocine más rápido	9	C	5
12	Porque en la olla a presión el aire llega al punto de ebullición y aumenta los grados centígrados, porque en una olla	9	C	5

	normal llega por decir a 100 °C y en una olla a presión puede llegar a 130 °C			
13	Entre más presión halla, se tendrá un resultado de ebullición con un punto más alto de presión	1, 2	E	1
14	Porque la presión y el calor dentro de la olla se esparce uniformemente, esto hace que todo se caliente más rápido y esté listo	8	M	3
15	Porque en la olla pitadora se acumula toda la presión y al tener más presión aumenta el punto de ebullición y eso hace que estén más ligero	9	C	5
16	Porque cuando aumenta la presión de la olla aumenta el punto de ebullición y eso hace que los alimentos estén más rápido	9	C	4
17	Porque la olla pitadora retiene más el vapor y aumenta más la temperatura de ebullición y eso hace que se cocine la comida más rápido	9	C	5
18	Porque al concentrarse la	9	C	3

	presión, la temperatura sube, entre más presión más temperatura			
19	Porque el aire que se acumula, como está tapado hace más presión y hace que él se evapore	2	E	2
20	Porque al acumularse la presión, la temperatura sube, entre más presión va a haber más temperatura	9	C	3
21	La presión hace que aumente el punto de ebullición del agua y esto hace que los alimentos se cocinen más rápido	9	C	5
22	Porque la olla pitadora retiene el calor de adentro y el calor hace que los alimentos se pongan blanditos por la presión	9	C	2
23	Porque la olla pitadora está demasiado tapada, eso hace que el alimento se evapore más ligero, entonces se cocina más rápido	8	M	2
24	N.R.	NA	N.A.	N.A.
25	Porque al retener el aire caliente la presión aumenta y hace que se quede en los alimentos	2	E	2

	para que estén más rápido			
26	Porque tienen mucha presión, no entra el aire, así que hace que las cosas estén más ligero	2	E	2
27	Porque entre más presión tenga la olla, aumenta el punto de ebullición de adentro	9	C	3
28	Porque la olla pitadora es a presión y así le sale el aire que tiene por dentro, y las comidas están más rápido	8	M	2

Pregunta 5

Estudiante	Respuesta	Criterio	Modelo explicativo o Concepción	Nivel de Argumentación
1	Sale a mayor velocidad el tanque más lleno, porque entre más lleno el agua, más fuerza se ejerce hacia abajo y por eso sale más rápido y se queda vacío	9	C	4
2	El más lleno, ya que al tener más masa, que sería la cantidad de agua, se vacía más rápido	9	C	4

3	En el tanque más lleno por la presión que ejerce la gravedad y el peso del agua, sin embargo sería el último en vaciarse porque los demás tanques tienen que liberar menos agua	9	C	6
4	La del tanque más lleno porque sale con más fuerza hacia abajo y se queda vacío más rápido	9	C	3
5	El que está más lleno porque está ejerciendo más fuerza hacia abajo, mientras los otros no están ejerciendo la misma fuerza	9	C	5
6	Al tercero, porque está muy lleno, entonces hace que la presión sea más y saldrá con más velocidad	9	C	3
7	En el tanque 3 ya que tiene más agua y por esto hace más fuerza hacia abajo	9	C	3
8	Sale con más presión el tarro que está más lleno porque ejerce una fuerza hacia abajo y por	4	G	3

	eso sale con una mayor presión			
9	La que esta mas llena porque ejerce una fuerza hacia abajo	4	G	3
10	Es el tercer tanque que es el que está más lleno porque tiene más masa y debido a esto tiene más fuerza y hace que aumente la presión	9	C	5
11	El del tanque lleno, porque ejerce más fuerza, el agua busca salir más fácil por la presión	9	C	3
12	El tanque en que el agua saldría con mayor velocidad sería el 3 porque hay más fuerza $F=m.a$, entonces saldría con mayor velocidad	9	C	5
13	Saldría más ligero el tanque más lleno porque tendría una velocidad más leve que al de los otros tanques	2	E	2
14	Sale a mayor velocidad el tanque más lleno, porque entre más lleno, más fuerza se ejerce hacia abajo y por eso	9	C	3

	sale más rápido y se queda vacío			
15	El que está más lleno porque el agua está ejerciendo fuerza hacia abajo y eso hace que salga con más presión	9	C	3
16	Al tener más masa genera más fuerza y debido a eso genera más presión, por eso sale con más velocidad el que tiene más agua	9	C	5
17	El tanque lleno sale más rápido porque tiene más presión hacia abajo y eso ayuda a que el agua salga con más facilidad	4	G	2
18	En el número 3 sale más rápido el agua por el peso de la misma ejerce fuerza hacia abajo	9	C	3
19	Al tercero porque está muy lleno, entonces hace que la presión sea más, y saldrá con mayor velocidad	9	C	4
20	En el número 3 sale más rápido el agua por el peso de la misma que ejerce fuerza hacia abajo	9	C	3
21	El que tiene más agua porque tiene más masa y eso	9	C	3

	hace que salga más rápido			
22	Sale a mayor velocidad la de menos agua porque tiene más espacio vacío y sale con mayor velocidad	2, 3	E	2
23	El agua sale con mayor velocidad del tercer tanque porque está más lleno, eso hará que el agua salga con más presión	9	C	3
24	N.R.	N.A.	N.A.	N.A.
25	En el tanque número tres, el que tiene mayor cantidad de agua porque al tener más agua, ejerce más fuerza y hace que el agua salga con mayor presión	9	C	5
26	El tercero recibe más presión, está más lleno así que hace que el agua salga más ligero	2	E	2
27	El que tiene más porque el agua hace más presión hacia abajo	4	G	2
28	Se sale primero el agua del que está más lleno porque el agua hace más fuerza hacia abajo	4	G	2

Anexo 4: Unidad didáctica para el desarrollo de procesos argumentativos y modelos explicativos del concepto de presión: una propuesta constructivista y multimodal

1. Introducción

Como científicos sociales sabemos que los conocimientos de la ciencia son el fruto de intentos por resolver problemas y de contestar interrogantes acerca de los fenómenos naturales e incluso al origen de la vida. Ahora bien, en la mayoría de los casos nuestros estudiantes no presentan interés

por adueñarse de esos conocimientos porque ni se hacen preguntas al respecto, ni se plantean problemas que están en el origen de tales conocimientos.

Es por eso que se hace una apuesta y una de las tareas más importantes de los profesores de Ciencias es conseguir que el alumnado se interese por cuestiones de carácter científico que les motiven para aprender Ciencias. Por eso creemos que todas las propuestas didácticas para el aula deben estar enmarcadas en lo que desde diversas investigaciones y aportaciones de la Didáctica de las Ciencias se ha designado como “modelo constructivista de aprendizaje por investigación” (Gil, 1999).

La Unidad didáctica que se presenta, está enmarcada en el modelo anteriormente mencionado, y tiene en cuenta experiencias de laboratorio, cuestionarios, videos, grabaciones y momentos argumentativos por parte de los estudiantes, las cuales intentan resolver situaciones problemáticas planteadas a los alumnos, y que se convierten de gran utilidad para solventar las dificultades que presentan a la hora de interpretar el concepto de presión y argumentar acerca de su modelo.

Preguntas como ¿Qué es Presión?, ¿Por qué se relaciona con otras variables? ¿Cómo se concibe dentro de los diferentes modelos? parece ser muy obvias, así como las respuestas que encontramos, en lo cotidiano, “presión es apretar algo e imprimirle una fuerza” y “la fuerza es la presión”.

Los estudiantes, indistintamente emplean los términos presión, fuerza y peso; y parece ser originado en la visión compartimentada de los procesos físicos y químicos, el desconocimiento de los procesos implicados o la visión deformada y simple de los mismos; de igual forma la palabra presión es polisémica y presenta múltiples significados en la cotidianidad de la vida e inclusive en los espacios científicos y esta multiplicidad se ve reflejada en el conocimiento escolar.

Si genera confusión la definición de la presión, mucho más complejo y diverso se observa cuando se trata de precisar la utilidad de esta en lo cotidiano, o cuando se diferencia entre presión

atmosférica, hidrostática o presión sanguínea; y no relacionan la presión con otras variables como la temperatura.

Si se quiere que los alumnos abandonen los errores y progresen en los conocimientos de conceptos “abstractos” pero vivenciales a la vez como la presión, es necesario, al igual que ha hecho la historia, poner en crisis sus ideas utilizando una metodología diferente de aproximación al trabajo científico, que permita ayudarlos a construir nuevos conocimientos, nuevos procedimientos y nuevas actitudes (Daza, 2006).

2. Objetivos

- Desarrollar competencias argumentativas del concepto de presión, potenciando el lenguaje científico en los estudiantes
- Promover el aprendizaje del concepto de presión desde actividades que desarrollen la argumentación
- Fomentar el pensamiento crítico con actividades que promuevan la argumentación en los estudiantes
- Acercar a los estudiantes al modelo contemporáneo del concepto de presión a través del desarrollo de procesos argumentativos

3. Obstáculos a intervenir

- Cambio del lenguaje común por el lenguaje científico
- Cambio en las concepciones de los estudiantes
- Acercamiento al modelo científico del concepto de presión
- Mejorar la motivación del estudiante hacia el aprendizaje de la ciencia

4. Fundamentación teórica

La necesidad actual de cambiar y mejorar la práctica docente y el reconocer las inmensas dificultades de enseñanza y aprendizaje que se experimentan con los estudiantes en las aulas, llevan a realizar una propuesta didáctica que responda a las necesidades de una sociedad en constante cambio y globalización. Por consiguiente la intervención didáctica nos debe llevar a:

- Cuestionar nuestros comportamientos y creencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje
- Romper con las intervenciones operativas en el aula cuando se enseñan problemáticas abstractas, que finalmente se vuelven descontextualizadas y que con demasiada frecuencia se presentan en las clases de Ciencias
- Elaborar otras propuestas didácticas enmarcadas en modelos no tradicionales.

Así pues, no se va a inventar nada nuevo, únicamente se intenta conectar con numerosas aportaciones e investigaciones relacionadas con:

1. Los Errores conceptuales, preconceptos, ideas previas o alternativas que presentan los alumnos y las alumnas para interpretar la realidad natural que les rodea.
 2. El Nivel de desarrollo cognitivo de la persona que aprende, de su capacidad de razonamiento y de la familiaridad de la tarea que se le propone.
 3. El Protagonismo que debe adquirir la persona que aprende para que sus ideas previas interaccionen con la información externa y se produzca el cambio conceptual y haga suyos los nuevos esquemas.
 4. El Cambio metodológico y actitudinal requerido para que se produzca el cambio conceptual, que nos indica si el alumnado es capaz de aplicar una metodología que supere el “sentido común” y los lleve a:
- Plantear y construir hipótesis
 - Desarrollar procesos argumentativos

- Realizar experimentos
- Analizar cuidadosamente los resultados
- Buscar una coherencia global y la necesidad de unificar el aprendizaje de conocimientos teóricos
- Familiarizarse con el trabajo científico, normas, valores y actitudes propias de las ciencias, para elaborar programas de actividades de aula en los que se plantee el aprendizaje a través de procesos argumentativos relacionados a un problema particular

5. Multimodalidad

En las clases de ciencias naturales es común la utilización de los libros de texto, el habla y el tablero como soportes fundamentales para impulsar el aprendizaje de los estudiantes, independientemente del enfoque didáctico del profesor o profesora. Actualmente se está incorporando cada vez más el uso de clases o secuencias multimodales, en la escuela y en concreto en las clases de ciencias, se incorpora igualmente el uso del laboratorio, de las tecnologías de la información y la comunicación, salidas de campo, exposiciones, mesas de debate, foros, entre otros; con el fin de que el conocimiento se adquiera de manera más rápida y profunda.

En el caso de esta investigación se utilizaron varias de las técnicas didácticas mencionadas y se profundizó en las mesas de debate, con el fin de que el estudiante desarrollara procesos argumentativos con respecto al concepto de Presión y sus relaciones con otras variables; logrando así un cambio en el modelo que el alumno tiene al principio de la secuencia didáctica.

6. Descripción de la unidad didáctica

La unidad didáctica está enfocada principalmente a que el estudiante vaya incrementado sus niveles argumentativos conforme se desarrolle la implementación de la misma. Inicialmente se realizan algunas actividades introductorias de historia y epistemología acerca del concepto de presión para que el estudiante se vaya familiarizando con el tema. Luego se explican y diferencian algunos conceptos básicos de la ciencia de manera magistral, para luego sí entrar al momento de la multi-modalidad donde el estudiante experimenta, observa videos y debate con sus compañeros las posturas planteadas por el profesor y desde la planeación de la unidad.

Actividad 0: Contrato didáctico con los estudiantes. Lineamientos de la implementación de la unidad, socialización de objetivos, fines y actividades a realizar.

Actividad 1: Lectura y cuestionario sobre el desarrollo histórico del concepto de presión, manejo de unidades de medida de la presión. Interviene los modelos gravitacional y estático.

Evolución del concepto de presión

Podemos encontrar los orígenes del concepto de presión, como muchos otros conceptos de física o química, en los primeros pensadores que aparecen en la época griega, y asociados al concepto de vacío. Parménides (450 a.C) suponía que para que el movimiento existiese, el espacio debería estar vacío, a pesar de que lo vemos lleno, pues nuestros sentidos nos pueden engañar. Por el contrario, para Empédocles (490-430 a.C.) el movimiento puede existir sin suponer que el espacio esté vacío. Posteriormente, Demócrito y Leucipo (XXX a.C.) sentaron bases firmes para la discusión del vacío, al manifestar que gran parte de la naturaleza era vacío, pues según Demócrito todo cuanto existe es átomo y vacío, idea que no compartiría Aristóteles dos siglos después.

Aristóteles (384 – 322 a.C.) postuló la imposibilidad del concepto del vacío, pues con el principio de que la Naturaleza debía evitarlo era capaz de explicar el funcionamiento de múltiples fenómenos estudiados en esta época. Para Aristóteles, la velocidad de un cuerpo era inversamente proporcional a la resistencia del medio en que se movía. Por lo tanto, la no existencia de elemento resistente (vacío) ocasionaría que la velocidad fuese infinita, lo que no puede aceptar, y con esto deduce que el movimiento en el vacío es imposible y que el vacío no puede existir. La idea del “horror vacui” como la denominó Aristóteles permaneció en la mente de la humanidad hasta inicios del siglo XVII.

Bajo un análisis puramente teológico, Descartes (1569-1650), postula que Dios creó la sustancia y la dotó de movimiento, y que estos corpúsculos de sustancia en movimiento siguen leyes mecánicas e interactúan únicamente por contacto. Descartes tampoco acepta la idea del vacío absoluto, pero no con el argumento aristotélico. Para él, el mundo está compuesto por una sola sustancia continua, la extensión, que es el elemento constitutivo tanto del espacio como de la materia, y por lo tanto aún el vacío es extensión.

Galileo Galilei (1564 – 1642), abordó el problema del vacío, debido a una petición hecha por Giovanni Battista Baliani en 1630. En una carta, Battista le pide a Galileo que explique por qué no es posible llevar agua a la cima de una colina de 21m de altura. Como respuesta, Galileo afirma que el “horror vacui” de la naturaleza no implica repugnancia, sino que por el contrario con la fuerza necesaria se podría vencer. Galileo había realizado algunas experiencias en las cuales la fuerza del vacío la (forza del vuoto) tenía un límite: solo podía llevar agua hasta una altura de 18 braccas, (aproximadamente unos 11m). Galileo intuía que el aire, con su peso, era el responsable de empujar el agua hasta dicha altura, e intentó estimar esa fuerza comparando el peso de vejigas de cerdo llenas de aire y vacías, pero sus experimentos no tuvieron el éxito esperado.

Suele atribuirse a Evangelista Toricelli, amigo y discípulo de Galileo, el desarrollo de los primeros trabajos con barómetros alrededor de 1644, pero en realidad las primeras observaciones fueron realizadas por el holandés Isaac Beeckman (1588–1637), quién entre los años 1604 y 1634 realizó estudios sobre el comportamiento del aire, los cuales fueron consignados en sus diarios, y que arrojaron las siguientes conclusiones:

1. Negación del principio de horro vacui.
2. Afirmación del peso de aire.
3. Observación de la fuerza expansiva del aire.
4. Posibilidad de un vacío continuo

La tercera conclusión, establece las bases para la futura explicación de los experimentos barométricos. Torricelli (1608 – 1647), realizó experimentos muy similares. Al tomar un tubo abierto lleno con mercurio, tapar su base con un dedo, depositarlo invertido en forma vertical en un recipiente que tenía también mercurio, y al quitar el dedo, observó que el mercurio descendía hasta una altura de 76cm respecto a la base del tubo. Este experimento le permite demostrar la existencia del vacío, además de comprobar que el aire posee peso. Aunque, la experiencia es clara, para muchos partidarios de horror vacui, no es concluyente y siguen arraigados al pensamiento aristotélico.

Otto Von Guericke (1602-1686), alcalde en 1630 de la ciudad de Magdeburg, construyó la primera máquina generadora de vacío en 1654. Para demostrar los efectos de la presión atmosférica, ideó el experimento con los hemisferios de Magdeburg, Guericke, demostró que al vaciar el aire contenido por los hemisferios, la fuerza de 16 caballos no era suficiente para separarlos.

Concluyó que esto se debía a que la presión del aire circundante (presión atmosférica) es mayor que la fuerza realizada por los caballos. Los detalles de este experimento fueron publicados en su libro: Experimento nova.

En el siglo XVII, Jean Pascal puló la intuición que se tiene del comportamiento de los líquidos y postula que se puede crear un vacío tan grande como se quiera, siempre y cuando se cuente con la fuerza suficiente. Además, Pascal establece la proporcionalidad entre la fuerza y el desplazamiento para un pistón, al igual que la proporcionalidad entre el área del pistón y su desplazamiento. Pascal también encontró que para que la proporcionalidad se mantenga debe existir una constante, y llega así al concepto de presión como fuerza por unidad de área. Así, si hay equilibrio entre dos líquidos, sus presiones deben ser iguales, y si son diferentes no hay equilibrio. Este concepto fue ampliado posteriormente por Bernoulli para incluir fluidos en movimiento.

Cuestionario

1. Qué relación tiene el concepto de vacío con el concepto de presión, argumente su respuesta
2. Qué diferencia existe entre la concepción del “horror vacui” explicada desde Aristóteles y desde Descartes
3. Qué científico considera usted que obtuvo mayor importancia al momento de construir el concepto de presión. Argumente por qué.

Actividad 2: Explicación de conceptos básicos que intervienen en el concepto de presión. Clase magistral, lectura, cuestionario y socialización. Interviene el modelo mecánico

Conceptos a estudiar: Masa, Peso, Fuerza, área, volumen, cambios de estado de la materia, velocidad, aceleración, densidad, temperatura. Unidades de medida de diferentes variables

Actividad 3: Serie de videos explicativos sobre presión. Interviene el modelo mecánico y Estático.

<https://www.youtube.com/watch?v=drTjCpZG4qE> Explicativo, Argumentativo

<https://www.youtube.com/watch?v=SFcLbAe1P1w> Explicativo, Argumentativo y Motivacional

<https://www.youtube.com/watch?v=d7xvPQMrMdo> Explicativo, Argumentativo y Motivacional

Cuestionario:

- a. Explique la relación que hay entre la presión y las variables de las cuales depende. Realice dibujos explicativos
- b. Que experimento le pareció el mejor y explique por qué le pareció mejor
- c. Qué términos nuevos encontró y dé su significado
- d. Explique con sus palabras que aprendió de los tres videos
- e. Socialización. (Grabación)

Actividad 4: Exploratoria: Escoger 2 respuestas de los estudiantes por cada pregunta del instrumento de medición (etapa 1) con diferente modelo explicativo y dividirlos en grupos para que discutan que respuesta es más acertada para ellos y por qué. Socialización (Grabación). Esta actividad re-afirmará que modelo se presenta con más frecuencia a nivel grupal y se promoverá la argumentación entre ellos. Interviene todos los modelos explicativos.

- a. Si se va en un viaje en carro desde Bogotá hacia la costa y llevo un balón inflado, a que se debe que cuando llego a mi destino el balón está desinflado

Respuesta 1: Por el movimiento del auto, el balón puede dar muchos choques y esos choques pueden hacer que vaya disminuyendo el aire del balón

Respuesta 2: Porque Bogotá tiene una altitud diferente a la costa y la altura varía, así que la presión es diferente y a causa de esto el balón pierde aire

- b. Si se va a cortar una papa 1 con un cuchillo afilado y otra papa 2 con un material plano, realizando la misma fuerza sobre ellas, ¿cuál papa recibe más presión? Explique porque.

(Revista electrónica de enseñanza de las ciencias Vol 4 No 2. 2005).

Respuesta 1: Recibe más presión con el cuchillo por el área presionada, el cuchillo ejerce presión en una mínima superficie haciendo que se acumule más fuerza y cortemos eficientemente

Respuesta 2: La papa que se corta con el material plano recibe más presión, porque la papa que se corta con el cuchillo afilado lo hace más fácil

- c. ¿Explique la razón por la cual una persona se hunde menos en la nieve si utiliza esquís?

(Revista electrónica de enseñanza de las ciencias Vol 4 No 2. 2005)

Respuesta 1: Porque las personas son débiles en la nieve y mientras tienen esquís no se hunde tan fácil ya que es un material hecho para ser utilizado en la nieve

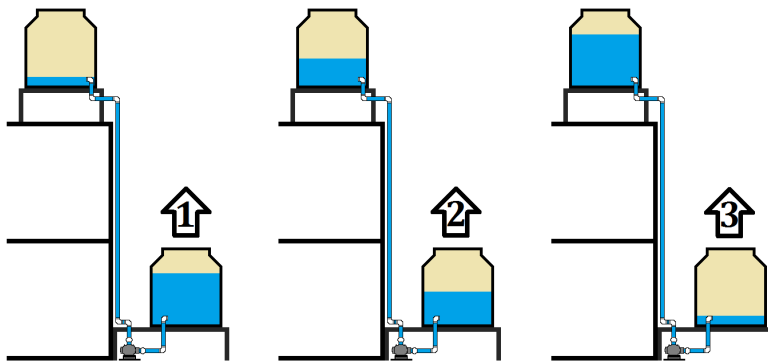
Respuesta 2: Porque la nieve ejerce poca resistencia a las cosas, al ejercer poca resistencia cuando caminamos con esquís hay mayor superficie a la cual poner resistencia, así que evita que se hunda

- d. ¿Porque los alimentos calentados en una olla pitadora se demoran menos tiempo en estar cocinados que en otro tipo de ollas, si la temperatura de la estufa es la misma? Explique su respuesta

Respuesta 1: Porque la pitadora trabaja a presión y entonces este aire no tiene a donde ir, entonces el calor de éste es más fuerte y hace que se quede en los alimentos y se cocinen más rápido

Respuesta 2: Porque la pitadora tiene orificio por donde sale el aire y así los alimentos se demoran poco e hervir

- e. A tres tanques llenados con diferente cantidad de agua (tener en cuenta los de la parte superior) se les realiza un orificio a la misma altura. ¿En cuál sale el agua a mayor velocidad? Explique porque.



Respuesta 1: El primero por la poca cantidad de agua, al haber poca agua fluye más rápido al no tener tanta presión en la parte superior

Respuesta 2: El que está más lleno porque el agua está ejerciendo una fuerza hacia abajo, en cambio el que está menos lleno no tiene tanta fuerza hacia abajo

Socialización. Grabación

Actividad 5: Realizar los experimentos que se presentan en los videos, los cuales explican fenómenos relacionados con el concepto de presión. Interviene los modelos gravitacional y estático.

<https://www.youtube.com/watch?v=H2CrO2jhX-M>

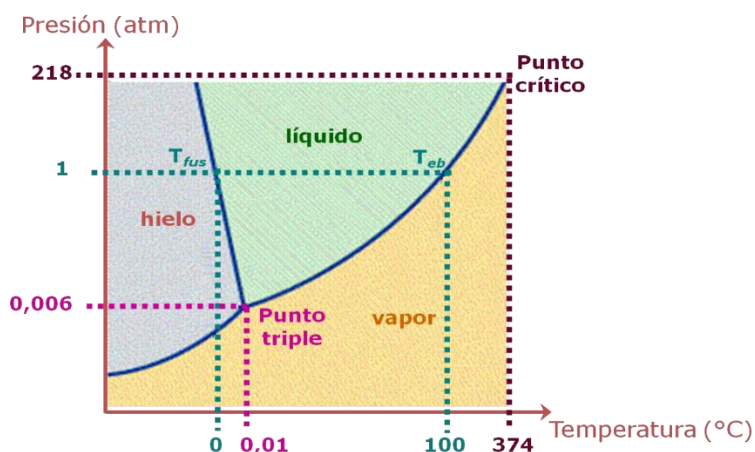
<https://www.youtube.com/watch?v=mGCKdoVefZg>

[Cuestionario de los Experimentos](#)

1. Para el primer experimento explique y argumente porque el agua sube dentro de la botella.
Que variables intervienen y como se relacionan
2. En el segundo experimento explique por qué el vaso no se cae.
3. En el tercer experimento argumente porque al tapar la botella con la tapa el agua no sale.
¿Qué relación existe entre las diferentes variables que se presentan y entre los diferentes fluidos?

Actividad 6: Análisis de una gráfica de presión. Comportamiento de la pitadora. Relación de las variables que afectan los cambios de presión. Explicación por parte del profesor. Interviene el modelo estático y mecánico.

Diagrama de fases del agua



Actividad 7: Resolución de problema de la vida cotidiana relacionada al concepto de presión.
Debate en grupos defendiendo la posición que se plantea por parte del docente. Interviene el modelo estático.

<https://www.youtube.com/watch?v=u1l0nSZSZ3U>

Actividad 8: Aplicación del instrumento (Etapa 2). Interviene todos los modelos explicativos

7. CONCLUSIONES Y OPINIÓN DEL ALUMNADO

La propuesta didáctica que se presenta satisface las expectativas sobre la formación en Didáctica de las Ciencias que hemos acumulado durante años y la posibilidad de elaborar y llevar a la práctica con alumnos y alumnas la misma.

Además, los resultados de las verificaciones experimentales de las hipótesis son llamativamente buenos, al menos en comparación con los que obteníamos mediante experimentación tradicional.

8. Bibliografía

- Daza, S. A. J. (2006): Los conceptos sobre ciencia y trabajo científico y sus implicaciones en la elaboración de los programas de ciencias naturales. *Revista TEA*, 10
- Etxaniz Añorga, M., Cañas, S., & Teresa, M. (2005). Unidad Didáctica para el Estudio de los Gases: Combinación de una Propuesta Constructivista con el Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-7.
- Gil, D., Alís, J. C., Dumas-Carré, A., Furió-Mas, C., Badillo, R. G., Gené, A. & Salinas, J. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 503-512.
- Quintanilla, M., Daza, S., & Merino, C. (2010). Unidades didácticas en biología y educación ambiental. *Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico*. *Fondecyt*, 4, 12-32.

